

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年 1 2 月 2 4 日  
Date of Application:

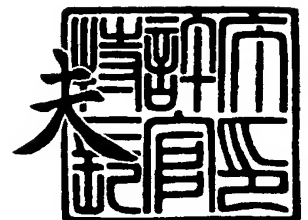
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 4 2 7 0 6 9  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 4 2 7 0 6 9 ]

出      願      人                      セイコーエプソン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    1 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 1 8 0 3

【書類名】 特許願  
【整理番号】 J0102898  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01M 8/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
    【氏名】 山田 周平  
【発明者】  
    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
    【氏名】 三浦 弘綱  
【発明者】  
    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
    【氏名】 山崎 保範  
【発明者】  
    【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内  
    【氏名】 安食 嘉晴  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002369  
    【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100095728  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 上柳 雅誉  
    【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100107076  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 藤網 英吉  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100107261  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 須澤 修  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 41773  
    【出願日】 平成15年 2月19日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 65321  
    【出願日】 平成15年 3月11日  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 95966  
    【出願日】 平成15年 3月31日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 013044  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

燃料電池であって、  
第 1 の反応ガスを供給するための第 1 のガス流路が形成された第 1 の基板と、  
前記第 1 の基板側に形成された第 1 の集電層と、  
前記第 1 の基板側に形成された第 1 のガス拡散層と、  
前記第 1 の基板側に形成された第 1 の反応層と、  
第 2 の反応ガスを供給するための第 2 のガス流路が形成された第 2 の基板と、  
前記第 2 の基板側に形成された第 2 の集電層と、  
前記第 2 の基板側に形成された第 2 のガス拡散層と、  
前記第 2 の基板側に形成された第 2 の反応層と、  
前記第 1 の反応層と前記第 2 の反応層との間に形成された電解質膜とを備え、  
前記第 1 のガス流路及び前記第 2 のガス流路の内の少なくとも何れか一方の開口幅が、  
前記第 1 のガス拡散層及び前記第 2 のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して狭いことを特徴とする燃料電池。

**【請求項 2】**

前記第 1 のガス流路は、該第 1 のガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広く、前記第 2 のガス流路は、該第 2 のガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広いことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池。

**【請求項 3】**

燃料電池の製造方法であって、  
第 1 の反応ガスを供給するための第 1 のガス流路を、第 1 の基板に形成する第 1 のガス流路形成工程と、  
第 1 の集電層を形成する第 1 の集電層形成工程と、  
第 1 のガス拡散層を形成する第 1 のガス拡散層形成工程と、  
第 1 の反応層を形成する第 1 の反応層形成工程と、  
電解質膜を形成する電解質膜形成工程と、  
第 2 の反応層を形成する第 2 の反応層形成工程と、  
第 2 のガス拡散層を形成する第 2 のガス拡散層形成工程と、  
第 2 の集電層を形成する第 2 の集電層形成工程と、  
第 2 の反応ガスを供給するための第 2 のガス流路を、第 2 の基板に形成する第 2 のガス流路形成工程と  
を含み、  
前記第 1 のガス流路形成工程及び前記第 2 のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、吐出装置を用いて前記第 1 のガス拡散層及び前記第 2 のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して開口幅が狭いガス流路を形成することを特徴とする燃料電池の製造方法。

**【請求項 4】**

前記第 1 のガス流路形成工程は、ガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広い第 1 のガス流路を形成し、  
前記第 2 のガス流路形成工程は、ガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広い第 2 のガス流路を形成することを特徴とする請求項 3 記載の燃料電池の製造方法。

**【請求項 5】**

燃料電池であって、  
第 1 の反応ガスを供給するための第 1 のガス流路が形成された第 1 の基板と、  
前記第 1 の基板側に形成された第 1 の集電層と、  
前記第 1 の基板側に形成された第 1 のガス拡散層と、  
前記第 1 の基板側に形成された第 1 の反応層と、  
第 2 の反応ガスを供給するための第 2 のガス流路が形成された第 2 の基板と、  
前記第 2 の基板側に形成された第 2 の集電層と、

前記第2の基板側に形成された第2のガス拡散層と、  
前記第2の基板側に形成された第2の反応層と、  
前記第1の反応層と前記第2の反応層との間に形成された電解質膜とを備え、  
前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、  
上流側から下流側に向かって漸次広がっていることを特徴とする燃料電池。

【請求項6】

前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方は、流路幅が最下流部において狭くなっていることを特徴とする請求項5記載の燃料電池。

【請求項7】

前記第1のガス流路中の何れかは、前記第1の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第1のガス流路は、前記第1の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有しており、

前記第2のガス流路中の何れかは、前記第2の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第2のガス流路は、前記第2の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有していることを特徴とする請求項5又は請求項6記載の燃料電池。

【請求項8】

燃料電池の製造方法であって、

第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路を、第1の基板に形成する第1のガス流路形成工程と、

第1の集電層を形成する第1の集電層形成工程と、

第1のガス拡散層を形成する第1のガス拡散層形成工程と、

第1の反応層を形成する第1の反応層形成工程と、

電解質膜を形成する電解質膜形成工程と、

第2の反応層を形成する第2の反応層形成工程と、

第2のガス拡散層を形成する第2のガス拡散層形成工程と、

第2の集電層を形成する第2の集電層形成工程と、

第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路を、第2の基板に形成する第2のガス流路形成工程と

を含み、

前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は上流側から下流側へ向かって、流路幅が漸次広がっているガス流路を形成することを特徴とする燃料電池の製造方法。

【請求項9】

前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、流路幅が最下流部において狭くなっているガス流路を形成することを特徴とする請求項8記載の燃料電池の製造方法。

【請求項10】

前記第1のガス流路形成工程においては、前記第1のガス流路中の何れかが、前記第1の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第1のガス流路が、前記第1の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有する第1のガス流路を形成し、

前記第2のガス流路形成工程においては、前記第2のガス流路中の何れかが、前記第2の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第2のガス流路が、前記第2の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有する第2のガス流路を形成することを特徴とする請求項8又は請求項9記載の燃料電池の製造方法。

【請求項11】

前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、吐出装置を用いて、上流側から下流側に向かって漸次広がっているガス流路を形成することを特徴とする請求項8又は請求項9記載の燃料電池の製造方法。

**【請求項 12】**

燃料電池であって、  
第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路が形成された第1の基板と、  
前記第1の基板側に形成された第1の集電層と、  
前記第1の基板側に形成された第1のガス拡散層と、  
前記第1の基板側に形成された第1の反応層と、  
第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路が形成された第2の基板と、  
前記第2の基板側に形成された第2の集電層と、  
前記第2の基板側に形成された第2のガス拡散層と、  
前記第2の基板側に形成された第2の反応層と、  
前記第1の反応層と前記第2の反応層との間に形成された電解質膜とを備え、  
前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、  
該第1のガス流路又は該第2のガス流路の上部から底部に向かって漸次減少していること  
を特徴とする燃料電池。

**【請求項 13】**

前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方は、曲面を有する断面形状であることを特徴とする請求項12記載の燃料電池。

**【請求項 14】**

燃料電池の製造方法であって、  
第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路を、第1の基板に形成する第1のガス流路形成工程と、  
第1の集電層を形成する第1の集電層形成工程と、  
第1のガス拡散層を形成する第1のガス拡散層形成工程と、  
第1の反応層を形成する第1の反応層形成工程と、  
電解質膜を形成する電解質膜形成工程と、  
第2の反応層を形成する第2の反応層形成工程と、  
第2のガス拡散層を形成する第2のガス拡散層形成工程と、  
第2の集電層を形成する第2の集電層形成工程と、  
第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路を、第2の基板に形成する第2のガス流路形成工程と  
を含み、  
前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少しているガス流路を形成することを特徴とする燃料電池の製造方法。

**【請求項 15】**

前記第1のガス流路形成工程は、  
前記第1の基板表面にガス流路形成用材料を塗布するガス流路形成用材料塗布工程を含み、  
前記第1基板上に塗布されたガス流路形成用材料に、ガス流路を形成するためのガス流路形成型を用いて、前記第1のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少する形状の第1のガス流路を形成し、  
前記第2のガス流路形成工程は、  
前記第2の基板表面にガス流路形成用材料を塗布するガス流路形成用材料と不工程を含み、  
前記第2基板上に塗布されたガス流路形成用材料に、ガス流路を形成するためのガス流路形成型を用いて、前記第2のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少する形状の第2のガス流路を形成することを特徴とする請求項14記載の燃料電池の製造方法。

**【請求項 16】**

前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか

一方は、断面半円形状のガス流路を形成することを特徴とする請求項 1 4 又は請求項 1 5 記載の燃料電池の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池及び燃料電池の製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、異なる種類の反応ガスをそれぞれの電極に供給し、供給された反応ガスに基づく反応により発電を行う燃料電池及び燃料電池の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、イオンを通す性質を持つ電解質を、電子を通す性質を持つ多孔質の電極で挟んだ燃料電池が存在する。この燃料電池の中には、水素、天然ガス又はアルコール等を燃料として発電するものが存在する。このような燃料電池のうち、例えば、水素を燃料として用いる燃料電池では、一方の電極に水素を含む第1の反応ガスを供給し、他方の電極に酸素を含む第2の反応ガスを供給し、第1の反応ガスに含まれている水素と第2の反応ガスに含まれている酸素とに基づく反応により発電が行われる。

【0003】

ここで、燃料電池の基板には、反応ガスを供給するためのガス流路が形成され、このガス流路を介して反応ガスが供給される。従って、電極として用いられる物質、例えば、カーボン粒子がガス流路内に入り込み、反応ガスが流れる空間を閉塞することがないように、例えば、電極を構成するカーボン粒子よりも粒径の大きなカーボン粒子をガス流路内に配置し、電極として用いられているカーボン粒子がガス流路に入り込むことを防止している。

【0004】

また、現在、携帯機器等に用いることができるマイクロ燃料電池の研究開発が行われている。マイクロ燃料電池の製造には、微細なガス流路を形成するために、半導体プロセス等において利用されている微細加工技術を基本とするMEMS (Micro Electro Mechanical System) が用いられている。このMEMSを用いた場合には、例えば、まず、MEMSによりシリコン等の基板の表面に微細なガス流路を形成し、ガス流路が形成された基板上に導電層及びカーボンによる電極等を形成する。そして、予め形成しておいた電解質膜を電極等が形成された2枚の基板で挟み込んで圧着することにより燃料電池が製造されている（非特許文献1及び非特許文献2参照）。

【0005】

【非特許文献1】 Sang-Joon J Lee, Suk Won Cha, Amy Ching -Chien, O'Hayre and Fritz B. Prinz, Design Study of Miniature Fuel Cells with Micromachined Silicon Flow Structures, The 200th Meeting of The Electrochemical society, Abstract No.452(2001)

【非特許文献2】 Amy Ching -Chien, Suk Won Cha, Sang-Joon J Lee, O'Hayre and Fritz B. Prinz, Interconnection of Multiple Polymer Electrolyte Membrane Micro fabrication, The 200th Meeting of The Electrochemical society, Abstract No.453 (2001)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、ガス流路内にカーボン粒子を配置する場合、電極を構成するカーボン粒子よりも粒径が大きなカーボン粒子を別途用意する必要があり、燃料電池を製造するために必要とされる材料が多くなる。また、このカーボン粒子をガス流路内に配置する工程が必要なることから、燃料電池を製造するための工程が増加するという問題がある。

【0007】

また、MEMSを用いて電極として用いられるカーボン粒子の粒径に比較して幅が狭いガス流路を形成することも可能であるが、半導体プロセスにおいて用いられる機器は高価なものが多く、製造コストが高くなる。また、MEMSを用いて基板上にガス流路を形成

した場合には、基板にガス流路を形成した後に別途電解質膜を圧着する作業を行う必要があり、製造工程が複雑になる。

【0008】

また、ガス流路を介して供給される反応ガスは、ガス流路の上流側ではガス圧力が高いが、下流側に行くほどガス圧力が低下している。そのため、上流側と下流側とで供給される反応ガスの量にバラつきが出来てしまい、燃料電池の発電効率が悪くなっている。また、反応ガスの反応を促すために、反応層においては高価な白金が触媒として用いられているが、反応層に供給される反応ガスのガス量が少ない部分では反応効率が悪く、その部分に塗布されている白金が有効に機能してない。

【0009】

更に、ガス流路には、反応ガスのガス圧力による応力がかかるため、この応力によりガス流路が損傷する場合がある。即ち、図44に示す基板370に形成された断面コ字形状のガス流路においては、流路底部の角部Pに反応ガスのガス圧力により発生した応力が集中してしまい、図中Lで示すガス流路間の壁部が折れてガス流路に損傷が生じる場合がある。また、断面コ字形状のガス流路においては、反応ガスとガス流路との接触面積が広く、反応ガスに対する管路抵抗が高くなっているために反応ガスの圧力損失が大きくなっている。

【0010】

ここで、MEMSを用いたマイクロ燃料電池の製造においては、ドライエッチングやレーザー加工によりガス流路が形成されることから断面コ字形状のガス流路が形成されている。そのため、発生した応力によるガス流路の損傷が生じる可能性が高い。

【0011】

この発明の課題は、反応ガスが流れる空間を確実に確保したガス流路が形成された燃料電池及び該燃料電池の製造方法、ガス流路を介して供給される反応ガスの反応効率を向上させた燃料電池及び該燃料電池の製造方法、反応ガスのガス圧力に基づいて発生した応力によるガス流路の損傷を防ぎ、かつ、流路抵抗を減少させた燃料電池及び該燃料電池の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明に係る燃料電池は、第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路が形成された第1の基板と、前記第1の基板側に形成された第1の集電層と、前記第1の基板側に形成された第1のガス拡散層と、前記第1の基板側に形成された第1の反応層と、第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路が形成された第2の基板と、前記第2の基板側に形成された第2の集電層と、前記第2の基板側に形成された第2のガス拡散層と、前記第2の基板側に形成された第2の反応層と、前記第1の反応層と前記第2の反応層との間に形成された電解質膜とを備える燃料電池であって、前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の開口幅が、前記第1のガス拡散層及び前記第2のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して狭いことを特徴とする。

【0013】

この燃料電池によれば、第1のガス流路及び第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の開口幅が、第1のガス拡散層及び第2のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して狭い。即ち、第1のガス拡散層及び第2のガス拡散層を構成する物質、例えば、電極としての機能も有する多孔質のカーボン粒子の粒径に比較してガス流路の開口幅が狭い。従って、ガス流路内にカーボン粒子が入り込んでガス流路が塞がれることを防止することができる。

【0014】

また、この発明に係る燃料電池は、前記第1のガス流路が該第1のガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広く、前記第2のガス流路が該第2のガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広いことを特徴とする。この燃料電池によれば、ガス流路の底面がガス流路の開口幅よりも広いため、開口幅を狭くしたガス流路であっても、反応ガスの流量を低減させ



ることなく、十分な量の反応ガスを供給することができる。

【0015】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路を、第1の基板に形成する第1のガス流路形成工程と、第1の集電層を形成する第1の集電層形成工程と、第1のガス拡散層を形成する第1のガス拡散層形成工程と、第1の反応層を形成する第1の反応層形成工程と、電解質膜を形成する電解質膜形成工程と、第2の反応層を形成する第2の反応層形成工程と、第2のガス拡散層を形成する第2のガス拡散層形成工程と、第2の集電層を形成する第2の集電層形成工程と、第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路を、第2の基板に形成する第2のガス流路形成工程とを含む燃料電池の製造方法において、前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、吐出装置を用いて前記第1のガス拡散層及び前記第2のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して開口幅が狭いガス流路を形成することを特徴とする。

【0016】

この燃料電池の製造方法によれば、第1のガス流路形成工程及び第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、吐出装置を用いて第1のガス拡散層及び第2のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して開口幅が狭いガス流路を形成している。従って、ガス流路内にガス拡散層を構成する物質、例えば、電極としての機能も有する多孔質のカーボン粒子がガス流路内に入り込んでガス流路を塞ぐことを防止した燃料電池を製造することができる。

【0017】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、前記第1のガス流路形成工程は、ガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広い第1のガス流路を形成し、前記第2のガス流路形成工程は、ガス流路の底面の幅が前記開口幅よりも広い第2のガス流路を形成することを特徴とする。この燃料電池の製造方法によれば、ガス流路の開口幅よりもガス流路の底面の幅が広がっているため、ガス流路が塞がれることを防止すること共に、十分な量の反応ガスを燃料電池内に供給することができる。

【0018】

この発明に係る燃料電池は、第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路が形成された第1の基板と、前記第1の基板側に形成された第1の集電層と、前記第1の基板側に形成された第1のガス拡散層と、前記第1の基板側に形成された第1の反応層と、第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路が形成された第2の基板と、前記第2の基板側に形成された第2の集電層と、前記第2の基板側に形成された第2のガス拡散層と、前記第2の基板側に形成された第2の反応層と、前記第1の反応層と前記第2の反応層との間に形成された電解質膜とを備える燃料電池であって、前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、上流側から下流側に向かって漸次広がっていることを特徴とする。

【0019】

この燃料電池によれば、第1のガス流路及び第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、上流側から下流側に向かって漸次広がっている。従って、ガス流路を介して反応層に供給される反応ガスのガス量を、ガス流路の上流側と下流側とで均一に保つことができる。

【0020】

また、この発明に係る燃料電池は、前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方は、流路幅が最下流部において狭くなっていることを特徴とする。この燃料電池によれば、ガス流路の最下流部において流路幅が狭くなっていることから、ガス流路における反応ガスのガス圧力を適切に調整することができる。

【0021】

また、この発明に係る燃料電池は、前記第1のガス流路中の何れかが、前記第1の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第1のガス流路は、前記

第1の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有しており、前記第2のガス流路中の何れかは、前記第2の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第2のガス流路は、前記第2の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有していることを特徴とする。

【0022】

この燃料電池によれば、基板上に形成されたガス流路の中の何れかは、基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りのガス流路は基板の他端部に供給口を有すると共に一端部に排出口を有している。従って、例えば、酸素を含有する第1の反応ガスを供給する第1の反応ガス供給装置と、水素を含有する第2の反応ガスを供給する第2の反応ガス供給装置とを適切に設置することができる。

【0023】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路を、第1の基板に形成する第1のガス流路形成工程と、第1の集電層を形成する第1の集電層形成工程と、第1のガス拡散層を形成する第1のガス拡散層形成工程と、第1の反応層を形成する第1の反応層形成工程と、電解質膜を形成する電解質膜形成工程と、第2の反応層を形成する第2の反応層形成工程と、第2のガス拡散層を形成する第2のガス拡散層形成工程と、第2の集電層を形成する第2の集電層形成工程と、第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路を、第2の基板に形成する第2のガス流路形成工程とを含む燃料電池の製造方法において、前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、上流側から下流側へ向かって、流路幅が漸次広がっているガス流路を形成することを特徴とする。

【0024】

この燃料電池の製造方法によれば、第1のガス流路形成工程及び第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、上流側から下流側へ向かって、流路幅が漸次広がっているガス流路が形成されている。従って、ガス流路を介して反応層に供給される反応ガスの量をガス流路の上流側と下流側とで均一に保つことができ、かつ、発電効率の高い燃料電池を製造することができる。

【0025】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方において、流路幅が最下流部において狭くなっているガス流路を形成することを特徴とする。この燃料電池の製造方法によれば、ガス流路における反応ガスのガス圧力を適切に調整することができるガス流路が形成された燃料電池を容易に製造することができる。

【0026】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、前記第1のガス流路形成工程において、前記第1のガス流路中の何れかが、前記第1の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第1のガス流路が、前記第1の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有する第1のガス流路を形成し、前記第2のガス流路形成工程においては、前記第2のガス流路中の何れかが、前記第2の基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りの第2のガス流路が、前記第2の基板の一端部に排出口を有すると共に他端部に供給口を有する第2のガス流路を形成することを特徴とする。

【0027】

この燃料電池の製造方法によれば、基板上に形成されたガス流路の中の何れかは、基板の一端部に供給口を有すると共に他端部に排出口を有し、残りのガス流路は基板の他端部に供給口を有すると共に一端部に排出口を有している。従って、例えば、酸素を含有する第1の反応ガスを供給する第1の反応ガス供給装置と、水素を含有する第2の反応ガスを供給する第2の反応ガス供給装置とを適切に設置することができる燃料電池を製造することができる。

【0028】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、前記第1のガス流路形成工程及び前記第

2 のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方において、吐出装置を用いて、上流側から下流側に向かって漸次広がっているガス流路を形成することを特徴とする。

【0029】

この燃料電池の製造方法によれば、吐出装置を用いることにより、半導体製造プロセスにおいて用いられるMEMSを用いることなく、上流側から下流側に向かって漸次広がっているガス流路を容易に形成することができる。

【0030】

この発明に係る燃料電池は、第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路が形成された第1の基板と、前記第1の基板側に形成された第1の集電層と、前記第1の基板側に形成された第1のガス拡散層と、前記第1の基板側に形成された第1の反応層と、第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路が形成された第2の基板と、前記第2の基板側に形成された第2の集電層と、前記第2の基板側に形成された第2のガス拡散層と、前記第2の基板側に形成された第2の反応層と、前記第1の反応層と前記第2の反応層との間に形成された電解質膜とを備える燃料電池であって、前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、該第1のガス流路又は該第2のガス流路の上部から底部に向かって漸次減少していることを特徴とする。

【0031】

この燃料電池によれば、第1のガス流路及び第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、第1のガス流路又は第2のガス流路の上部から底部に向かって漸次減少している。従って、断面コ字形状のガス流路と異なり、第1の反応ガス又は第2の反応ガスのガス圧力により生じる応力が特定の部分に集中することを防ぎ、発生した応力によってガス流路が損傷することを適切に防止することができる。

【0032】

また、この発明に係る燃料電池は、前記第1のガス流路及び前記第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方は、曲面を有する断面形状であることを特徴とする。この燃料電池によれば、曲面を有する断面形状のガス流路が形成されているため、ガス圧力による応力の集中を防ぐことができる。また、断面コ字形状のガス流路に比較してガス流路と第1の反応ガス又は第2の反応ガスとが接触する面積を小さくすることによりガス流路の管路抵抗を減少させているため、ガス圧力の圧力損失を軽減させることができる。

【0033】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、第1の反応ガスを供給するための第1のガス流路を、第1の基板に形成する第1のガス流路形成工程と、第1の集電層を形成する第1の集電層形成工程と、第1のガス拡散層を形成する第1のガス拡散層形成工程と、第1の反応層を形成する第1の反応層形成工程と、電解質膜を形成する電解質膜形成工程と、第2の反応層を形成する第2の反応層形成工程と、第2のガス拡散層を形成する第2のガス拡散層形成工程と、第2の集電層を形成する第2の集電層形成工程と、第2の反応ガスを供給するための第2のガス流路を、第2の基板に形成する第2のガス流路形成工程とを含む燃料電池の製造方法において、前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、前記第1のガス流路又は前記第2のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少しているガス流路を形成することを特徴とする。

【0034】

この燃料電池の製造方法によれば、第1のガス流路形成工程及び第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、第1のガス流路又は第2のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少しているガス流路を形成している。従って、ガス流路内において反応ガスのガス圧力により生じた応力が特定の部分に集中することを防ぐことにより、ガス流路が損傷することを適切に防止している。

【0035】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、前記第1のガス流路形成工程において、前記第1の基板表面にガス流路形成用材料を塗布するガス流路形成用材料塗布工程を含み

、前記第1基板上に塗布されたガス流路形成用材料に、ガス流路を形成するためのガス流路形成型を用いて、前記第1のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少する形状の第1のガス流路を形成し、前記第2のガス流路形成工程は、前記第2の基板表面にガス流路形成用材料を塗布するガス流路形成用材料と不工程を含み、前記第2基板上に塗布されたガス流路形成用材料に、ガス流路を形成するためのガス流路形成型を用いて、前記第2のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少する形状の第2のガス流路を形成することを特徴とする。

#### 【0036】

この燃料電池の製造方法によれば、ガス流路形成用材料、例えば、光硬化性樹脂にガス流路形成型を用いてガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少する形の第1のガス流路及び第2のガス流路を形成している。従って、ガス流路形成型を用いることにより、所望形状のガス流路を容易、かつ、迅速に形成することができる。

#### 【0037】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法は、前記第1のガス流路形成工程及び前記第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、断面半円形状のガス流路を形成することを特徴とする。この燃料電池の製造方法によれば、断面半円形状のガス流路は、断面コ字形状のガス流路に比較して反応ガスに接触する面積が小さくなっているため、反応ガスのガス圧力損失を適切に軽減することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0038】

以下、この発明の実施の形態に係る燃料電池の製造方法について説明する。図1は、この発明の第1の実施の形態に係る燃料電池の製造工程を実行する燃料電池製造ラインの構成を示す図である。この図1に示すように、燃料電池製造ラインは、各工程においてそれぞれ用いられる吐出装置120a～120k、吐出装置120a～120iを接続するベルトコンベアBC11、吐出装置120j、120kを接続するベルトコンベアBC12、ベルトコンベアBC11、BC12を駆動させる駆動装置158、燃料電池の組み立てを行う組立装置160及び燃料電池製造ライン全体の制御を行う制御装置156により構成されている。

#### 【0039】

吐出装置120a～120iは、ベルトコンベアBC11に沿って所定の間隔で一列に配置されており、吐出装置120j、120kはベルトコンベアBC12に沿って所定の間隔で一列に配置されている。また、制御装置156は、各吐出装置120a～120k、駆動装置158及び組立装置160に接続されている。制御装置156からの制御信号に基づいてベルトコンベアBC11を駆動させ、燃料電池の基板（以下、単に「基板」とする。）を各吐出装置120a～120iに搬送して各吐出装置120a～120iにおける処理を行う。同様に、制御装置156からの制御信号に基づいてベルトコンベアBC12を駆動させ、基板を吐出装置120j、120kに搬送してこの吐出装置120j、120kにおける処理を行う。また、組立装置160においては、制御装置156からの制御信号に基づいてベルトコンベアBC11及びベルトコンベアBC12を介して搬入された基板により燃料電池の組み立てを行う。

#### 【0040】

この燃料電池製造ラインにおいては、吐出装置120aにおいて基板に対してガス流路を形成するためのレジスト溶液を塗布する処理が行われ、吐出装置120bにおいて、ガス流路を形成するためのエッチング処理が行われ、吐出装置120cにおいて、集電層を形成する処理が行われる。また、吐出装置120dにおいて、ガス拡散層を形成する処理が行われ、吐出装置120eにおいて、反応層を形成する処理が行われ、吐出装置120fにおいて、電解質膜を形成する処理が行われる。更に、吐出装置120gにおいて、反応層を形成する処理が行われ、吐出装置120hにおいて、ガス拡散層を形成する処理が行われ、吐出装置120iにおいて、集電層を形成する処理が行われる。

#### 【0041】

また、吐出装置 120j において、基板に対してガス流路を形成するためのレジスト溶液を塗布する処理が行われ、吐出装置 120k において、ガス流路を形成するためのエッチング処理が行われる。なお、吐出装置 120a~120i において第 1 の基板に対して処理を施す場合には、吐出装置 120j、120k においては、第 2 の基板に対してガス流路を形成する処理が施される。

#### 【0042】

図 2 は、この発明の第 1 の実施の形態に係る燃料電池を製造する際に用いられるインクジェット式の吐出装置 120a の構成の概略を示す図である。この吐出装置 120a は、基板上に吐出物を吐出するインクジェットヘッド 122 を備えている。このインクジェットヘッド 122 は、ヘッド本体 124 及び吐出物を吐出する多数のノズルが形成されているノズル形成面 126 を備えている。このノズル形成面 126 のノズルから吐出物、即ち、反応ガスを供給するためのガス流路を基板上に形成する際に、基板に塗布されるレジスト溶液が吐出される。また、吐出装置 120a は、基板を載置するテーブル 128 を備えている。このテーブル 128 は、所定の方向、例えば、X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向に移動可能に設置されている。また、テーブル 128 は、図中矢印で示すように X 軸に沿った方向に移動することにより、ベルトコンベア BC11 により搬送される基板をテーブル 128 上に載置して吐出装置 120a 内に取り込む。

#### 【0043】

また、インクジェットヘッド 122 には、ノズル形成面 126 に形成されているノズルから吐出される吐出物であるレジスト溶液を収容しているタンク 130 が接続されている。即ち、タンク 130 とインクジェットヘッド 122 とは、吐出物を搬送する吐出物搬送管 132 によって接続されている。また、この吐出物搬送管 132 は、吐出物搬送管 132 の流路内の帯電を防止するための吐出物流路部アース継手 132a とヘッド部気泡排除弁 132b とを備えている。このヘッド部気泡排除弁 132b は、後述する吸引キャップ 140 により、インクジェットヘッド 122 内の吐出物を吸引する場合に用いられる。即ち、吸引キャップ 140 によりインクジェットヘッド 122 内の吐出物を吸引するときは、このヘッド部気泡排除弁 132b を閉状態にし、タンク 130 側から吐出物が流入しない状態にする。そして、吸引キャップ 140 で吸引すると、吸引される吐出物の流速が上がり、インクジェットヘッド 122 内の気泡が速やかに排出されることになる。

#### 【0044】

また、吐出装置 120a は、タンク 130 内に収容されている吐出物の収容量、即ち、タンク 130 内に収容されているレジスト溶液の液面 134a の高さを制御するための液面制御センサ 136 を備えている。この液面制御センサ 136 は、インクジェットヘッド 122 が備えるノズル形成面 126 の先端部 126a とタンク 130 内の液面 134a との高さの差 h（以下、水頭値という）を所定の範囲内に保つ制御を行う。液面 134a の高さを制御することで、タンク 130 内の吐出物 134 が所定の範囲内の圧力でインクジェットヘッド 122 に送られることになる。そして、所定の範囲内の圧力で吐出物 134 を送ることで、インクジェットヘッド 122 から安定的に吐出物 134 を吐出することができる。

#### 【0045】

また、インクジェットヘッド 122 のノズル形成面 126 に対向して一定の距離を隔てて、インクジェットヘッド 122 のノズル内の吐出物を吸引する吸引キャップ 140 が配置されている。この吸引キャップ 140 は、図 2 中に矢印で示す Z 軸に沿った方向に移動可能に構成されており、ノズル形成面 126 に形成された複数のノズルを囲むようにノズル形成面 126 に密着し、ノズル形成面 126 との間に密閉空間を形成してノズルを外気から遮断できる構成となっている。なお、吸引キャップ 140 によるインクジェットヘッド 122 のノズル内の吐出物の吸引は、インクジェットヘッド 122 が吐出物 134 を吐出をしていない状態、例えば、インクジェットヘッド 122 が、退避位置等に退避しており、テーブル 128 が破線で示す位置に退避しているときに行われる。

#### 【0046】

また、この吸引キャップ140の下方には、流路が設けられており、この流路には、吸引バルブ142、吸引異常を検出する吸引圧検出センサ144及びチューブポンプ等からなる吸引ポンプ146が配置されている。また、この吸引ポンプ146等で吸引され、流路を搬送されてきた吐出物134は、廃液タンク148内に収容される。

#### 【0047】

なお、吐出装置120b～120kの構成は、吐出装置120aと同様の構成であるため説明を省略するが、以下の説明において、吐出装置120b～120kの各構成には、吐出装置120aの説明において各構成に用いたのと同じの符号を用いて説明を行う。なお、吐出装置120b～120kにそれぞれ備えられているタンク130には、各吐出装置120b～120kにおいて行われる所定の処理に必要な吐出物が収容されている。例えば、吐出装置120b及び吐出装置120kのタンク130には、ガス流路を形成する際に行われるエッチング用の吐出物が、吐出装置120c及び吐出装置120iのタンク130には、集電層を形成するための吐出物がそれぞれ収容されている。また、吐出装置120d及び吐出装置120hのタンク130には、ガス拡散層を形成するための吐出物が、吐出装置120e及び吐出装置120gのタンク130には、反応層を形成するための吐出物が、吐出装置120fのタンク130には、電解質膜を形成するための吐出物がそれぞれ収容されている。また、吐出装置120jのタンク130には、吐出装置120aのタンク130に収容されている基板に対してガス流路を形成するための吐出物と同様の吐出物が収容されている。

#### 【0048】

次に、図3のフローチャート及び図面を参照して、この発明の第1の実施の形態に係る吐出装置120a～120kを用いた燃料電池の製造方法について説明する。

#### 【0049】

まず、基板に反応ガスを供給するためのガス流路を形成する（ステップS10）。即ち、まず、図4（a）に示すように矩形平板形状であって、例えば、シリコン素材の基板（第1の基板）102をベルトコンベアBC11により吐出装置120aまで搬送する。ベルトコンベアBC11により搬送された基板102は、吐出装置120aのテーブル128上に載置され、吐出装置120a内に取り込まれる。吐出装置120aにおいては、ノズル形成面126のノズルを介してタンク130内に収容されているレジスト溶液を吐出し、テーブル128上に載置されている基板102の上面の所定の位置に塗布する。ここで、レジスト溶液は、図4（b）に示すように、図中、手前方向から奥に向かって所定の間隔をおいて直線状に塗布される。即ち、基板102において、例えば、水素を含有する第1の反応ガスを供給するためのガス流路（第1のガス流路）を形成する部分を残して、それ以外の部分に対してのみレジスト溶液が塗布される。

#### 【0050】

ここで、レジスト溶液は、ガス拡散層を構成するために用いられる物質、例えば、多孔質のカーボンの粒径に比較して狭い間隔を空けて塗布される。即ち、形成されるガス流路の開口幅が、ガス拡散層を構成するカーボンの粒径に比較して狭くなるようにレジスト溶液が塗布される。

#### 【0051】

次に、所定の位置にレジスト溶液が塗布された基板102（図4（b）参照）は、ベルトコンベアBC11により吐出装置120bまで搬送され、吐出装置120bのテーブル128上に載置されて吐出装置120b内に取り込まれる。吐出装置120bにおいては、タンク130内に収容されているガス流路を形成するために行われるエッチング用の溶剤、例えば、フッ酸水溶液をノズル形成面126のノズルを介して吐出し、テーブル128上に載置されている基板102の上面の全体に塗布する。

#### 【0052】

ここで、基板102には、ガス流路を形成する部分以外の部分にレジスト溶液が塗布されているため、レジスト溶液が塗布されていない部分がフッ酸水溶液によりエッチングされ、図5（a）に示すように、ガス流路が形成される。即ち、基板102の一方の側面か



ら他方の側面に延びる断面コ字形状であって、開口幅がガス拡散層用のカーボン粒子の粒径に比較して狭いガス流路が形成される。また、図5(a)に示すようにガス流路が形成された基板102は、図示しない洗浄装置においてレジストの洗浄が行われ、レジストが取り除かれる(図5(b)参照)。そして、ガス流路が形成された基板102は、テーブル128からベルトコンベアBC11へと移され、ベルトコンベアBC11により吐出装置120cへと搬送される。

#### 【0053】

次に、基板102上に、反応ガスが反応することにより発生した電子を集めるための集電層(第1の集電層)を形成する(ステップS11)。即ち、まず、ベルトコンベアBC11により吐出装置120cまで搬送された基板102を、テーブル128上に載置して吐出装置120c内に取り込む。吐出装置120cにおいては、タンク130内に収容されている集電層106を形成する材料、例えば、銅等の導電性物質をノズル形成面126のノズルを介してテーブル128上に載置されている基板102上に吐出する。この時、導電性物質は、ガス流路に供給された反応ガスの拡散を妨げることがない形状に、例えば、網目形状等になるように吐出され集電層106が形成される。

#### 【0054】

図6は、集電層106が形成された基板102の端面図である。この図6に示すように、例えば、銅等の導電性物質を網目形状に吐出することにより、集電層106が形成される。なお、集電層106が形成された基板102は、テーブル128からベルトコンベアBC11へと移され、ベルトコンベアBC11により吐出装置120dへと搬送される。

#### 【0055】

次に、ステップS11において形成された集電層106の上に、基板102に形成されたガス流路を介して供給される反応ガスを拡散させるためのガス拡散層(第1のガス拡散層)を形成する(ステップS12)。即ち、まず、ベルトコンベアBC11により吐出装置120dまで搬送された基板102を、テーブル128上に載置して吐出装置120d内に取り込む。吐出装置120dにおいては、タンク130内に収容されているガス拡散層108を形成するための材料、例えば、カーボン粒子を集電層106上にノズル形成面126のノズルを介して吐出し、ガス流路を介して供給された反応ガス(第1の反応ガス)を拡散させるためのガス拡散層108を形成する。

#### 【0056】

図7は、ガス拡散層108が形成された基板102の端面図である。この図7に示すように、例えば、電極としての機能も有するカーボン粒子を集電層106上に吐出し、反応ガスを拡散させるためのガス拡散層108が形成される。ここで、ガス拡散層108を構成するカーボン粒子としては、ガス流路を介して供給された反応ガスを十分に拡散させることができる程度の大きさであって、かつ、多孔質のカーボンが用いられる。例えば、直径0.1~1ミクロン程度の粒子径の多孔質カーボンが用いられる。ここで、ガス流路の開口幅が1ミクロン未満となっている場合には、ガス拡散層を構成するカーボン粒子として粒径が1ミクロン以上のカーボン粒子が用いられる。また、ガス拡散層108が形成された基板102は、テーブル128からベルトコンベアBC11へと移され、ベルトコンベアBC11により吐出装置120eへと搬送される。

#### 【0057】

次に、ステップS12において形成されたガス拡散層108の上に、基板102に形成されたガス流路を介して供給される反応ガスが反応する反応層(第1の反応層)を形成する(ステップS13)。即ち、ベルトコンベアBC11により吐出装置120eまで搬送された基板102を、テーブル128上に載置して吐出装置120e内に取り込む。吐出装置120eにおいては、タンク130内に収容されている反応層を形成する材料、例えば、粒子径が数nm~数十nmの触媒用の白金微粒子を担持したカーボン粒子(白金担持カーボン)をガス拡散層108上に吐出して反応層110を形成する。ここで、白金微粒子を担持しているカーボン粒子は、ガス拡散層108を構成するカーボン粒子と同様のカーボン粒子、即ち、同様の粒径であって、かつ、多孔質のカーボンが用いられる。なお、溶媒

に分散剤を添加することにより白金微粒子を分散させてガス拡散層 108 上に塗布した後、例えば、窒素雰囲気中で 200℃ に基板 102 を加熱することにより、分散剤を除去し、反応層 110 を形成するようにしてもよい。この場合には、ガス拡散層 108 を構成するカーボン粒子の表面上に触媒として白金微粒子を付着させることによって反応層 110 が形成される。

#### 【0058】

図 8 は、反応層 110 が形成された基板 102 の端面図である。この図 8 に示すように、触媒としての白金微粒子を担持したカーボンがガス拡散層 108 上に塗布されることにより反応層 110 が形成される。なお、図 8 において、反応層 110 とガス拡散層 108 とを容易に識別することができるように、反応層 110 としては白金微粒子のみを示している。また、以下の図においても反応層は、図 8 と同様に示すものとする。反応層 110 が形成された基板 102 は、テーブル 128 からベルトコンベア BC11 へと移され、ベルトコンベア BC11 により吐出装置 120 f へと搬送される。

#### 【0059】

次に、ステップ S13 で形成された反応層 110 上にイオン交換膜等の電解質膜を形成する（ステップ S14）。即ち、まず、ベルトコンベア BC11 により吐出装置 120 f まで搬送された基板 102 を、テーブル 128 上に載置して吐出装置 120 f 内に取り込む。吐出装置 120 f においては、タンク 130 内に収容されている電解質膜を形成する材料、例えば、タングスト燐酸、モリブド燐酸等のセラミックス系固体電解質を所定の粘度に調整した材料を、ノズル形成面 126 のノズルを介して反応層 110 上に吐出して電解質膜 12 を形成する。

#### 【0060】

図 9 は、電解質膜 112 が形成された基板 102 の端面図である。この図 9 に示すように、反応層 110 上に所定の厚さを有する電解質膜 112 が形成される。なお、電解質膜 112 が形成された基板 102 は、テーブル 128 からベルトコンベア BC11 へと移され、ベルトコンベア BC11 により吐出装置 120 g へと搬送される。

#### 【0061】

次に、ステップ S14 において形成された電解質膜 112 上に反応層（第 2 の反応層）を形成する（ステップ S15）。即ち、ベルトコンベア BC11 により吐出装置 120 g まで搬送された基板 102 を、テーブル 128 上に載置して吐出装置 120 g 内に取り込む。吐出装置 120 g においては、吐出装置 120 e において行われた処理と同様の処理により触媒としての白金微粒子を担持したカーボンを吐出し、反応層 110' を形成する。

#### 【0062】

図 10 は、電解質膜 112 上に反応層 110' が形成された基板 102 の端面図である。この図 10 に示すように、電解質膜 112 上に触媒としての白金微粒子を担持したカーボンが塗布されることによって、反応層 110' が形成される。ここで、反応層 110' は、第 2 の反応ガス、例えば、酸素を含有する反応ガスに基づいて反応する層である。

#### 【0063】

次に、ステップ S15 において形成された反応層 110' 上に反応ガス（第 2 の反応ガス）を拡散させるためのガス拡散層（第 2 のガス拡散層）を形成する（ステップ S16）。即ち、反応層 110' が形成された基板 102 は、ベルトコンベア BC11 により吐出装置 120 h まで搬送され、吐出装置 120 h において、吐出装置 120 d において行われた処理と同様の処理により所定の粒径の多孔質のカーボンが塗布され、ガス拡散層 108' が形成される。

#### 【0064】

図 11 は、反応層 110' 上にガス拡散層 108' が形成された基板 102 の端面図である。この図 11 に示すように、反応層 110' 上に多孔質のカーボンが塗布されることによって、ガス拡散層 108' が形成される。

#### 【0065】



次に、ステップS16において形成されたガス拡散層108'上に集電層（第2の集電層）を形成する（ステップS17）。即ち、ベルトコンベアBC11により吐出装置120iまで搬送された基板102を、テーブル128上に載置して吐出装置120i内に取り込み、吐出装置120cにおいて行われた処理と同様の処理により、集電層106'がガス拡散層108'上に形成される。

#### 【0066】

図12は、ガス拡散層108'上に集電層106'が形成された基板102の端面図である。この図12に示すように、上述のステップS17の処理により集電層106'が形成される。なお、集電層106'が形成された基板102は、テーブル128からベルトコンベアBC11へと移され、組立装置160へと搬送される。

#### 【0067】

次に、ステップS17において集電層が形成された基板（第1の基板）上にガス流路が形成された基板（第2の基板）を配置することによって燃料電池を組み立てる（ステップS18）。即ち、組立装置160において、ベルトコンベアBC11を介して搬入された基板102（第1の基板）上にベルトコンベアBC12を介して搬入された基板102'（第2の基板）を配置することにより、燃料電池の組立を行う。ここで、基板102'には、上述のステップS10～ステップS17における処理とは別に、第2のガス流路が形成されている。即ち、吐出装置120j及び吐出装置120kにおいて、吐出装置120a及び吐出装置120bにより行われる処理と同様の処理により、第2のガス流路が形成されている。従って、基板2に形成されている一方の側面から他方の側面へと延びる断面コ字形状のガス流路と、基板102'に形成されている断面コ字形状のガス流路とが平行になるように基板102'を配置して燃料電池の組立を行い、燃料電池の製造を完了する。

#### 【0068】

図13は、完成した燃料電池の端面図である。この図13に示すように、第2のガス流路が形成された基板102'を基板102の所定の位置に配置することによって第1の基板に形成された第1のガス流路を介して第1の反応ガスを供給し、第2の基板に形成された第2のガス流路を介して第2の反応ガスを供給する燃料電池の製造が完了する。

#### 【0069】

この第1の実施の形態に係る燃料電池によれば、燃料電池のガス流路の開口幅が、ガス拡散層を形成するために用いられるカーボン粒子の粒径に比較して狭い。従って、ガス流路内において反応ガスが流れる空間を確保するために粒径の大きなカーボン粒子を別途配置することなく、確実に反応ガスを供給するための空間をガス流路内に確保することができる。

#### 【0070】

また、第1の実施の形態に係る燃料電池の製造方法によれば、インクジェット式の吐出装置を用いて基板上にガス流路を形成し、燃料電池を製造している。従って、カーボン粒子の粒径に比較して開口幅が狭い微細なガス流路を、インクジェット式の吐出装置を用いることにより容易に形成することができる。そのため、MEMSのように高額な半導体プロセス用の機器を用いることなく、微細な開口幅のガス流路を形成することができ、燃料電池の製造コストの低減を図ることができる。

#### 【0071】

また、第1の実施の形態に係る燃料電池の製造方法によれば、ガス拡散層を形成するために用いられるカーボン粒子と異なる粒径の大きなカーボン粒子を別途用意する必要が無い。従って、燃料電池を製造するために用いられる材料数を減らすことができると共に、余分な作業工程を省いて効率的に燃料電池を製造することができる。

#### 【0072】

次に、第2の実施の形態に係る燃料電池の製造方法について説明する。なお、この第2の実施の形態の説明においては、第1の実施の形態と同一の構成には、第1の実施の形態で用いたのと同じ符号を付して、その説明を行う。図14は、この第2の実施の形態に

係る燃料電池製造ラインを示す図である。この図14に示すように、この第2の実施の形態に係る燃料電池製造ラインにおいては、第1の実施の形態の吐出装置120a、120bにおいて行われる処理が吐出装置120oにおいて行われ、第1の実施の形態の吐出装置120j、120kにおいて行われる処理が吐出装置120pにおいて行われる。その他の点については、第1の実施の形態に係る燃料電池製造ラインと同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。

#### 【0073】

図15は、第2の実施の形態に係る吐出装置120oが備えるインクジェットヘッド及びタンクを説明するための図である。この図15に示すように、吐出装置120oは、第1の実施の形態に係る吐出装置120aが備えるインクジェットヘッド122及びタンク130と同様のインクジェットヘッド及びタンクをそれぞれ2つずつ備えている。この吐出装置120oにおいては、ポジ型レジストとネガ型レジストをそれぞれ基板表面上の所定の位置に吐出することによりガス流路を形成する処理が行われる。従って、ネガ型レジストを収容している第1のタンク130a及び第1のタンク130aに収容されているネガ型レジストを吐出する第1のインクジェットヘッド122a、ポジ型レジストを収容している第2のタンク130b及び第2のタンク130bに収容されているポジ型レジストを吐出する第2のインクジェットヘッド122bを備えている。なお、第1のタンク130aに収容されているネガ型レジスト及び第2のタンク130bに収容されているポジ型レジストは、所定の粘度、例えば、10cPs程度の粘度に調整されている。

#### 【0074】

第1のインクジェットヘッド122aは、この第1のインクジェットヘッド122aのヘッド本体124aのノズル形成面127aに形成されているノズル（第1のノズル）から吐出されるネガ型レジストを収容している第1のタンク130aと接続されている。また、第2のインクジェットヘッド122bは、この第2のインクジェットヘッド122bのヘッド本体124bのノズル形成面127bに形成されているノズル（第2のノズル）から吐出されるポジ型レジストを収容している第2のタンク130bと接続されている。なお、吐出装置120pの構成は、吐出装置120oと同一の構成であるため説明を省略する。

#### 【0075】

この第2の実施の形態に係る燃料電池製造ラインにおいては、第1の実施の形態に係る燃料電池製造ラインにおける処理（図3参照）とガス流路を形成する処理のみが異なる処理が行われるため、以下、ガス流路を形成する処理について説明する。

#### 【0076】

まず、吐出装置120oにおいては、テーブル128上に載置された基板102の上面に、図16（a）に示すように、第1のノズルを介して第1のタンク130aに収容されているネガ型レジスト104aを所定の位置に吐出する。次に、テーブル128を第2のインクジェットヘッド122bに対向する位置まで移動させ、第2のノズルを介して第2のタンク130bに収容されているポジ型レジスト104bを所定の位置に吐出する。

#### 【0077】

次に、ネガ型レジスト104aとポジ型レジスト104bとが塗布された基板102を図示しない加熱装置において、所定の温度に加熱することによってネガ型レジスト104a及びポジ型レジスト104bを硬化させる。次に、再び吐出装置120aにおいてネガ型レジスト104a及びポジ型レジスト104bを所定の位置に吐出する。そして、上述の処理を繰り返すことにより、図16（b）に示すようにポジ型レジスト104bの断面が開口幅に比較して底面の幅が広い台形状となるようにネガ型レジスト104aとポジ型レジスト104bを塗布し、ガス流路を形成するために用いられる犠牲層104を形成する。ここで、犠牲層104の表面において、ネガ型レジスト104a間の間隔は、犠牲層104の上に形成されるガス拡散層を構成する物質、例えば、多孔質のカーボンの粒径に比較して狭い。

#### 【0078】

次に、図示しない洗浄装置において、現像液でポジ型レジスト104bを溶解し、ガス流路を形成する(図16(c)参照)。即ち、現像液によりポジ型レジスト104bのみが溶解されることによって基板102上から除去され、ネガ型レジスト104aのみが基板102上に残る。そのため、硬化したネガ型レジスト104aにより開口幅に比較して底面の幅が広い断面台形状のガス流路が形成される。

#### 【0079】

次に、ガス流路が形成された基板102は、ベルトコンベアBC11により吐出装置120c~120i間を搬送され、吐出装置120c~120iのそれぞれにおいて、第1の実施の形態に係る燃料電池製造ラインにおける処理と同様の処理が施される。

#### 【0080】

そして、組立装置160において、第2のガス流路が形成された基板102'を図13に示すように基板102上に配置することにより燃料電池の製造を完了する。即ち、吐出装置120pにおいて、吐出装置120oにおける処理と同様の処理により、例えば、酸素を含有する第2の反応ガスを供給するための断面台形状の第2のガス流路が形成された基板(第2の基板)102'を、基板102の所定の位置に配置することにより燃料電池の製造を完了する。

#### 【0081】

この第2の実施の形態に係る燃料電池の製造方法によれば、インクジェット式の吐出装置を用いて、開口幅がガス拡散層を構成するカーボン粒子の粒径に比較して狭いガス流路を形成している。即ち、ネガ型レジストとポジ型レジストとをそれぞれ基板表面上の所定の位置に吐出することにより犠牲層を形成し、形成された犠牲層において、ポジ型レジストのみを除去することにより断面台形状のガス流路を形成している。従って、ガス拡散層を構成するカーボン粒子がガス流路内に入り込むことによってガス流路が塞がれることを防止することができる。

#### 【0082】

また、断面台形状のガス流路、即ち、開口幅がガス拡散層を構成するカーボン粒子の粒径に比較して狭く、底面が開口幅よりも広いガス流路が形成される。そのため、ガス流路を介して供給されるガスの量を減少させることなく、供給される反応ガスが流れる空間が十分に確保されたガス流路が形成された燃料電池を製造することができる。

#### 【0083】

なお、上述の第2の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、ネガ型レジストを用いてガス流路を形成しているが、例えば、UV硬化樹脂を用いてガス流路を形成するようにしてもよい。即ち、UV硬化樹脂を図16(c)に示すネガ型レジストと同様の形状に吐出することによって、断面台形状のガス流路を形成するようにしてもよい。また、例えば、ネガ型レジストに代えて透明樹脂を吐出し、ポジ型レジストに代えて黒インクを吐出するようにしてもよい。この場合には、図16(b)に示すように透明樹脂と黒インクとにより犠牲層が形成された後に、光を照射して黒インクの部分のみを焼いて除去し、残った透明樹脂により断面台形状のガス流路を形成することができる。

#### 【0084】

また、上述の第2の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、断面台形状のガス流路を形成しているが、開口幅がガス拡散層を構成するカーボン粒子の粒径より狭く、底面が開口幅より広い他の形状のガス流路を形成してもよい。例えば、断面L字形状のガス流路を形成するようにしてもよい。断面L字形状のガス流路においても、ガス流路内にガス拡散層を構成するカーボン粒子が入りこむことが防止されると共に、十分な量の反応ガスを供給することができる。

#### 【0085】

次に、この発明の第3の実施の形態に係る燃料電池の製造方法について説明する。図17は、第3の実施の形態に係る燃料電池の製造工程を実行する燃料電池製造ラインの構成を示す図である。この図17に示すように、燃料電池製造ラインは、ガス流路形成装置214a、214b及び吐出装置220a~220g、ガス流路形成装置214a、吐出装

置 220 a ~ 220 g 及び組立装置 260 を接続するベルトコンベア BC 21、ガス流路形成装置 214 b 及び組立装置 260 を接続するベルトコンベア BC 22、ベルトコンベア BC 21、BC 22 を駆動させる駆動装置 258 及び燃料電池製造ライン全体の制御を行う制御装置 256 により構成されている。

#### 【0086】

ガス流路形成装置 214 a 及び吐出装置 220 a ~ 220 g は、ベルトコンベア BC 21 に沿って所定の間隔で一列に配置されており、ガス流路形成装置 214 b はベルトコンベア BC 22 に沿って配置されている。また、制御装置 256 は、ガス流路形成装置 214 a、214 b、各吐出装置 220 a ~ 220 g、駆動装置 258 及び組立装置 260 に接続されている。制御装置 256 からの制御信号に基づいてベルトコンベア BC 21 を駆動させ、燃料電池の基板（以下、単に「基板」とする。）をガス流路形成装置 214 a 及び各吐出装置 220 a ~ 220 g に搬送して、ガス流路形成装置 214 a 及び各吐出装置 220 a ~ 220 g における処理を行う。同様に、制御装置 256 からの制御信号に基づいてベルトコンベア BC 22 を駆動させ、基板をガス流路形成装置 214 b に搬送してこのガス流路形成装置 214 b における処理を行う。また、組立装置 260 においては、制御装置 256 からの制御信号に基づいてベルトコンベア BC 21 及びベルトコンベア BC 22 を介して搬入された基板により燃料電池の組み立てを行う。

#### 【0087】

この燃料電池製造ラインにおいては、ガス流路形成装置 214 a においてガス流路を形成する処理が行われる。また、吐出装置 220 a において、集電層を形成する処理が行われ、吐出装置 220 b において、ガス拡散層を形成する処理が行われ、吐出装置 220 c において、反応層を形成する処理が行われる。また、吐出装置 220 d において、電解質膜を形成する処理が行われ、吐出装置 220 e において、反応層を形成する処理が行われる。更に、吐出装置 220 f において、ガス拡散層を形成する処理が行われ、吐出装置 220 g において、集電層を形成する処理が行われる。

#### 【0088】

また、ガス流路形成装置 214 b において、基板に対してガス流路を形成するための処理が行われる。なお、ガス流路形成装置 214 a 及び吐出装置 220 a ~ 220 g において第 1 の基板に対して処理を施す場合には、ガス流路形成装置 214 b においては、第 2 の基板に対してガス流路を形成する処理が施される。

#### 【0089】

また、吐出装置 220 a ~ 220 g の構成は、第 1 の実施の形態に係る吐出装置 120 a と同様の構成（図 2 参照）であるため説明を省略するが、以下の説明において、吐出装置 220 a ~ 220 g の各構成には、吐出装置 120 a の説明において各構成に用いたのと同じの符号を用いて説明を行う。なお、吐出装置 220 a ~ 220 g にそれぞれ備えられているタンク 130 には、各吐出装置 220 a ~ 220 g において行われる所定の処理に必要な吐出物が収容されている。例えば、吐出装置 220 a 及び吐出装置 220 g のタンク 130 には、集電層を形成するための吐出物が収容されている。また、吐出装置 220 b 及び吐出装置 220 f のタンク 130 には、ガス拡散層を形成するための吐出物が、吐出装置 220 c 及び吐出装置 220 e のタンク 130 には、反応層を形成するための吐出物が、吐出装置 220 d のタンク 130 には、電解質膜を形成するための吐出物がそれぞれ収容されている。

#### 【0090】

次に、図 18 のフローチャート及び図面を参照して、第 3 の実施の形態に係るガス流路形成装置 214 a、214 b 及び吐出装置 220 a ~ 220 g を用いた燃料電池の製造方法について説明する。

#### 【0091】

まず、基板に反応ガスを供給するためのガス流路を形成する（ステップ S20）。即ち、まず、図 19（a）に示すように矩形平板形状であって、例えば、シリコン素材の基板（第 1 の基板）202 をベルトコンベア BC 21 によりガス流路形成装置 214 a まで搬

送する。ベルトコンベアBC21によりガス流路形成装置214aに搬送された基板202の表面に樹脂204、例えば、光硬化性樹脂又は熱硬化型樹脂が塗布される（図19（b）参照）。なお、基板202の表面には、未硬化状態であって、低粘度の樹脂204、例えば、20mPa・s程度の粘度の樹脂204が塗布される。

#### 【0092】

次に、予め形成されているガス流路形成型を樹脂204に押し付け、樹脂204にガス流路形成型の形状を転写することによって、ガス流路の上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっているガス流路を形成する。なお、ガス流路形成型は、予め石英ガラス等により形成されている。

#### 【0093】

次に、ガス流路形成型の背面から光を、例えば、短波長のレーザー光を照射し、照射されたレーザー光により、樹脂204を硬化させることによって、ガス流路形成型の形状を樹脂204に転写させる。即ち、樹脂204が低粘度であるため、ガス流路形成型を押し付けたままの状態では樹脂204を硬化させる。そして、樹脂204が硬化した後にガス流路形成型を取り外してガス流路を形成する。なお、ガス流路形成型には、硬化させた樹脂204から容易に取り外すことができるように剥離剤が塗布されている。

#### 【0094】

ここで、ガス流路は、吐出装置を用いて形成するようにしてもよい。即ち、基板202上に、上流側から下流側に向かって漸次流路幅が広がる形状にフッ酸水溶液を吐出装置により塗布して所望形状のガス流路を形成するようにしてもよい。また、基板202上に、上流側から下流側に向かって漸次流路幅が広がる形状に樹脂204を吐出装置により塗布して所望形状のガス流路を形成するようにしてもよい。

#### 【0095】

また、吐出装置を用いてガス流路を形成する場合、例えば、樹脂204を基板202上に直接塗布する場合は、少量の樹脂204を基板202上に直接塗布して硬化させ、硬化させた樹脂204の上に更に樹脂204を塗布して再び硬化させる処理を繰り返して、任意の断面形状を有し、上流側から下流側に向かって漸次流路幅が広がっているガス流路を形成することができる。

#### 【0096】

図20は、ガス流路が形成された基板を示す図である。図20（a）は、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路を、供給口（図中矢印で示す方向から反応ガスを供給する）が互い違いとなるように形成されている基板202を示す図である。即ち、基板202の一端部に反応ガスを供給するための供給口を有すると共に、供給口を有する一端部に対向する他端部に、供給された反応ガスを排出する排出口を有するガス流路が交互に形成されている。なお、図20（a）に示す基板2には、ガス流路内において反応ガスのガス圧力を適切に調整すべく、上流側から下流側に向けてガス流路の流路幅が供給口の幅より狭くなった後、下流側に向けて漸次広くなり、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路が形成されている。

#### 【0097】

図20（b）は、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路であって、供給口（図中矢印で示す方向から反応ガスを供給する）が基板202の一端部に位置するように形成された基板202を示す図である。即ち、基板202の一端部に反応ガスを供給するための供給口を有すると共に、他端部に反応ガスを排出するための排出口を有するガス流路が形成されている。なお、図20（b）に示す基板2には、ガス流路の下流側において低下している反応ガスのガス圧力を調整すべく、最下流部において再度流路幅が狭くなるガス流路が形成されている。

#### 【0098】

図20（c）は、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下

流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路であって、半数のガス流路の供給口（図中矢印で示す方向から反応ガスを供給する）が基板202の一端部に位置し、残りの半数の供給口が基板202の他端部に位置するように形成されている基板202を示す図である。即ち、ガス流路の中で、半数のガス流路は基板202の一端部に供給口を有すると共に基板202の他端部に排出口を有しており、残りのガス流路は基板202の一端部に排出口を有すると共に基板202の他端部に供給口を有しているガス流路が形成されている。なお、図20(c)に示す基板には、ガス流路の下流側において低下している反応ガスのガス圧力を調整すべく、最下流部において再度流路幅が狭くなるガス流路が形成されている。また、ステップS20において形成されるガス流路は、図20に示す何れのガス流路であってもよい。また、形成されるガス流路の断面形状は、半円形状、半楕円形状等となってもよい。

#### 【0099】

上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路が形成された基板202は、ガス流路形成装置214aからベルトコンベアBC21へと移され、ベルトコンベアBC21により吐出装置220aへと搬送される。

#### 【0100】

次に、基板202上に、反応ガスが反応することにより発生した電子を集めるための集電層（第1の集電層）を形成する（ステップS21）。即ち、まず、ベルトコンベアBC21により吐出装置220aまで搬送された基板202を、テーブル128上に載置して吐出装置220a内に取り込む。吐出装置220aにおいては、タンク130内に収容されている集電層206を形成する材料、例えば、銅等の導電性物質をノズル形成面126のノズルを介してテーブル128上に載置されている基板202上に吐出する。この時、導電性物質は、ガス流路に供給された反応ガスの拡散を妨げることがない形状に、例えば、網目形状等になるように吐出され集電層206が形成される。

#### 【0101】

図21は、集電層206が形成された基板202の端面図である。この図21に示すように、例えば、銅等の導電性物質を網目形状に吐出することにより、集電層206が形成される。なお、図21においては、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路を模式的に示している。また、以下の図においてもガス流路は図21と同様に示すものとする。また、集電層206が形成された基板202は、テーブル128からベルトコンベアBC21へと移され、ベルトコンベアBC21により吐出装置220bへと搬送される。

#### 【0102】

次に、ステップS21において形成された集電層206の上に、基板202に形成されたガス流路を介して供給される反応ガスを拡散させるためのガス拡散層（第1のガス拡散層）を形成する（ステップS22）。即ち、まず、ベルトコンベアBC21により吐出装置220bまで搬送された基板202を、テーブル128上に載置して吐出装置220b内に取り込む。吐出装置220bにおいては、タンク130内に収容されているガス拡散層208を形成するための材料、例えば、カーボン粒子を集電層206上にノズル形成面126のノズルを介して吐出し、ガス流路を介して供給された反応ガス（第1の反応ガス）を拡散させるためのガス拡散層208を形成する。

#### 【0103】

図22は、ガス拡散層208が形成された基板202の端面図である。この図22に示すように、例えば、電極としての機能も有するカーボン粒子を集電層206上に吐出し、反応ガスを拡散させるためのガス拡散層208が形成される。ここで、ガス拡散層208を構成するカーボン粒子としては、ガス流路を介して供給された反応ガスを十分に拡散させることができる程度の大きさであって、かつ、多孔質のカーボンが用いられる。例えば、直径0.1～1ミクロン程度の粒子径の多孔質カーボンが用いられる。また、ガス拡散層208が形成された基板202は、テーブル128からベルトコンベアBC21へと移

され、ベルトコンベアBC21により吐出装置220cへと搬送される。

#### 【0104】

次に、ステップS22において形成されたガス拡散層208の上に、基板202に形成されたガス流路を介して供給される反応ガスが反応する反応層（第1の反応層）を形成する（ステップS23）。即ち、ベルトコンベアBC21により吐出装置220cまで搬送された基板202を、テーブル128上に載置して吐出装置220c内に取り込む。吐出装置220cにおいては、タンク130内に収容されている反応層を形成する材料、例えば、粒子径が数nm～数十nmの触媒用の白金微粒子を担持したカーボン粒子（白金担持カーボン）をガス拡散層208上に吐出して反応層210を形成する。ここで、白金微粒子を担持しているカーボンは、ガス拡散層208を構成するカーボン粒子と同様のカーボン粒子、即ち、同様の粒径であって、かつ、多孔質のカーボンが用いられる。なお、溶媒に分散剤を添加することにより白金微粒子を分散させてガス拡散層208上に塗布した後、例えば、窒素雰囲気中で200℃に基板2を加熱することにより、分散剤を除去し、反応層210を形成するようにしてもよい。この場合には、ガス拡散層208を構成するカーボン粒子の表面上に触媒として白金微粒子を付着させることによって反応層210が形成される。

#### 【0105】

図23は、反応層210が形成された基板2の端面図である。この図23に示すように、触媒としての白金微粒子を担持したカーボンがガス拡散層208上に塗布されることにより反応層210が形成される。なお、図23において、反応層210とガス拡散層208とを容易に識別することができるように、反応層210としては白金微粒子のみを示している。また、以下の図においても反応層は、図23と同様に示すものとする。反応層210が形成された基板202は、テーブル128からベルトコンベアBC21へと移され、ベルトコンベアBC21により吐出装置220dへと搬送される。

#### 【0106】

次に、ステップS23で形成された反応層210上にイオン交換膜等の電解質膜を形成する（ステップS24）。即ち、まず、ベルトコンベアBC21により吐出装置220dまで搬送された基板202を、テーブル128上に載置して吐出装置220d内に取り込む。吐出装置220dにおいては、タンク130内に収容されている電解質膜を形成する材料、例えば、パーフルオロカーボン、スルホン酸ポリマー（例えば、Nafion（登録商標））を含む溶液を、ノズル形成面126のノズルを介して反応層210上に吐出して電解質膜212を形成する。

#### 【0107】

図24は、電解質膜212が形成された基板202の端面図である。この図24に示すように、反応層210上に所定の厚さを有する電解質膜212が形成される。なお、電解質膜212が形成された基板202は、テーブル128からベルトコンベアBC21へと移され、ベルトコンベアBC21により吐出装置220eへと搬送される。

#### 【0108】

次に、ステップS24において形成された電解質膜212上に反応層（第2の反応層）を形成する（ステップS25）。即ち、ベルトコンベアBC21により吐出装置220eまで搬送された基板202を、テーブル128上に載置して吐出装置220e内に取り込む。吐出装置220eにおいては、吐出装置220cにおいて行われた処理と同様の処理により触媒としての白金微粒子を担持したカーボンを吐出し、反応層210'を形成する。

#### 【0109】

図25は、電解質膜212上に反応層210'が形成された基板202の端面図である。この図25に示すように、電解質膜212上に触媒としての白金微粒子を担持したカーボンが塗布されることによって、反応層210'が形成される。ここで、反応層210'は、第2の反応ガス、例えば、酸素を含有する反応ガスに基づいて反応する層である。

#### 【0110】



次に、ステップ S 2 5 において形成された反応層 2 1 0 ' 上に反応ガス（第 2 の反応ガス）を拡散させるためのガス拡散層（第 2 のガス拡散層）を形成する（ステップ S 2 6）。即ち、反応層 2 1 0 ' が形成された基板 2 0 2 は、ベルトコンベア B C 2 1 により吐出装置 2 2 0 f まで搬送され、吐出装置 2 2 0 f において、吐出装置 2 2 0 b において行われた処理と同様の処理により所定の粒径の多孔質のカーボンが塗布され、ガス拡散層 2 0 8 ' が形成される。

【0111】

図 2 6 は、反応層 2 1 0 ' 上にガス拡散層 2 0 8 ' が形成された基板 2 0 2 の端面図である。この図 2 6 に示すように、反応層 2 1 0 ' 上に多孔質のカーボンが塗布されることによって、ガス拡散層 2 0 8 ' が形成される。

【0112】

次に、ステップ S 2 6 において形成されたガス拡散層 2 0 8 ' 上に集電層（第 2 の集電層）を形成する（ステップ S 2 7）。即ち、ベルトコンベア B C 2 1 により吐出装置 2 2 0 g まで搬送された基板 2 0 2 を、テーブル 1 2 8 上に載置して吐出装置 2 2 0 g 内に取り込み、吐出装置 2 2 0 a において行われた処理と同様の処理により、集電層 2 0 6 ' がガス拡散層 2 0 8 ' 上に形成される。

【0113】

図 2 7 は、ガス拡散層 2 0 8 ' 上に集電層 2 0 6 ' が形成された基板 2 0 2 の端面図である。この図 2 7 に示すように、上述のステップ S 2 7 の処理により集電層 2 0 6 ' が形成される。なお、集電層 2 0 6 ' が形成された基板 2 0 2 は、テーブル 1 2 8 からベルトコンベア B C 2 1 へと移され、組立装置 2 6 0 へと搬送される。

【0114】

次に、ステップ S 2 7 において集電層が形成された基板（第 1 の基板）上にガス流路が形成された基板（第 2 の基板）を配置することによって燃料電池を組み立てる（ステップ S 2 8）。即ち、組立装置 2 6 0 において、ベルトコンベア B C 2 1 を介して搬入された基板 2 0 2（第 1 の基板）上にベルトコンベア B C 2 2 を介して搬入された基板 2 0 2'（第 2 の基板）を配置することにより、燃料電池の組立を行う。ここで、基板 2 0 2' には、上述のステップ S 2 0 ～ステップ S 2 7 における処理とは別に、第 2 のガス流路が形成されている。即ち、ガス流路形成装置 2 1 4 b において、ガス流路形成装置 2 1 4 a において行われた処理と同様の処理により、第 2 のガス流路が形成されている。従って、基板 2 0 2 に形成されている上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路と、基板 2 0 2' に形成されている上流側から下流側に向かって流路幅漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路とが直交するように基板 2 0 2' を配置する。即ち、図 2 8（a）に示す基板 2 0 2 に、図 2 8（b）に示す基板 2 0 2' を基板 2 0 2 に形成されているガス流路と基板 2 0 2' に形成されているガス流路とが直交するように配置して燃料電池の組立を行い、燃料電池の製造を完了する。

【0115】

図 2 9 は、図 2 8（a）に示す基板 2 0 2 に図 2 8（b）に示す基板 2 0 2' を配置して製造された燃料電池における反応ガスの流れを示す図である。この図 2 9 に示すように、基板 2 0 2 において図中縦方向の中心線 2 0 2 a から基板 2 0 2 の右側と左側とで供給される反応ガスの流れの方向が反転している。また、基板 2 0 2 において図中横方向の中心線 2 0 2 b から基板 2 0 2 の上側と下側とで供給される反応ガスの流れの方向が反転している。従って、例えば、中心線 2 0 2 a の右側及び左側のそれぞれにおいて、ガス流路の上流側と下流側とが位置しているために、反応層に供給される反応ガスのガス量を確実に均一に保つことができる。また、例えば、酸素を含有する第 1 の反応ガスを供給する第 1 の反応ガス供給装置と水素を含有する第 2 の反応ガスを供給する第 2 の反応ガス供給装置とをそれぞれ適切に配置することができる。

【0116】

図 3 0 は、完成した燃料電池の端面図である。この図 3 0 に示すように、第 2 のガス流



路が形成された基板 202' を基板 202 の所定の位置に配置することによって第 1 の基板に形成された第 1 のガス流路を介して第 1 の反応ガスを供給し、第 2 の基板に形成された第 2 のガス流路を介して第 2 の反応ガスを供給する燃料電池の製造が完了する。

【0117】

なお、上述の第 3 の実施の形態に係る製造方法により製造された燃料電池は、電子機器、特に携帯用電子機器、例えば、携帯電話等に電力供給源として組み込むことができる。即ち、上述の燃料電池の製造方法によれば、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっているガス流路を形成することにより、反応ガスの反応効率を向上させた小型の燃料電池を容易に製造することができるため、例えば、携帯電話等の小型電子機器に電力供給源として組み込むことができる。

【0118】

この第 3 の実施の形態に係る燃料電池によれば、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路が形成されている。従って、ガス流路の上流側と下流側とで反応層に供給される反応ガスのガス量にバラつきが出来ることを防止し、ガス流路の上流側と下流側とで均一なガス量の反応ガスを反応層に供給することができる。

【0119】

また、上述の第 3 の実施の形態に係る燃料電池によれば、反応層に供給される反応ガスのガス量をガス流路の上流側と下流側とで均一に保つことができるため、反応層において触媒として用いられている高価な白金を有効に機能させて反応ガスの反応効率を向上させ、燃料電池の発電効率を向上させることができる。

【0120】

また、上述の第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造方法によれば、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路が形成されている。従って、ガス流路内において反応ガスのガス圧力を適切に調整し、発電効率を向上させた燃料電池を製造することができる。

【0121】

なお、上述の第 3 の実施の形態に係る燃料電池においては、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっており、かつ、最下流部において再度流路幅が狭くなっているガス流路が形成されているが、最下流部まで流路幅が漸次広がっている形状のガス流路を形成するようにしてもよい。

【0122】

また、上述の第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、ガス流路形成装置においてガス流路形成型を用いてガス流路を形成しているが、ガス流路形成型を用いることなくガス流路を形成するようにしてもよい。例えば、吐出装置を用いてレジスト溶液を基板上において所定形状に塗布した後に、エッチング溶液を吐出することによって上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっているガス流路を形成するようにしてもよい。また、吐出装置を用いて、樹脂を基板上に塗布することにより、上流側から下流側に向かって流路幅が漸次広がっているガス流路を形成するようにしてもよい。

【0123】

また、上述の第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、小型の燃料電池を製造しているが、複数の燃料電池を積層させることによって大型の燃料電池を製造するようにしてもよい。即ち、図 31 に示すように、製造された燃料電池の基板 202' の裏面に更にガス流路を形成し、ガス流路が形成された基板 202' の裏面上に、上述の燃料電池の製造方法における製造工程と同様にしてガス拡散層、反応層、電解質膜等を形成して燃料電池を積層させることによって大型の燃料電池を製造するようにしてもよい。このように、大型の燃料電池が製造された場合には、例えば、電気自動車の電力供給源として用いることができ、地球環境に適切に配慮したクリーンエネルギーの自動車を提供することができる。

【0124】

次に、この発明の第4の実施の形態に係る燃料電池の製造方法について説明する。図32は、第4の実施の形態に係る燃料電池の製造工程を実行する燃料電池製造ラインの構成を示す図である。この図32に示すように、燃料電池製造ラインは、ガス流路形成装置314a、314b及び吐出装置320a～320g、ガス流路形成装置314a、吐出装置320a～320g及び組立装置360を接続するベルトコンベアBC31、ガス流路形成装置314b及び組立装置360を接続するベルトコンベアBC32、ベルトコンベアBC31、BC32を駆動させる駆動装置358及び燃料電池製造ライン全体の制御を行う制御装置356により構成されている。

#### 【0125】

ガス流路形成装置314a及び吐出装置320a～320gは、ベルトコンベアBC31に沿って所定の間隔で一列に配置されており、ガス流路形成装置314bはベルトコンベアBC32に沿って配置されている。また、制御装置356は、ガス流路形成装置314a、314b、各吐出装置320a～320g、駆動装置358及び組立装置360に接続されている。制御装置356からの制御信号に基づいてベルトコンベアBC31を駆動させ、燃料電池の基板（以下、単に「基板」とする。）をガス流路形成装置314a及び各吐出装置320a～320gに搬送して、ガス流路形成装置314a及び各吐出装置320a～320gにおける処理を行う。同様に、制御装置356からの制御信号に基づいてベルトコンベアBC32を駆動させ、基板をガス流路形成装置314bに搬送してこのガス流路形成装置314bにおける処理を行う。また、組立装置360においては、制御装置356からの制御信号に基づいてベルトコンベアBC31及びベルトコンベアBC32を介して搬入された基板により燃料電池の組み立てを行う。

#### 【0126】

この燃料電池製造ラインにおいては、ガス流路形成装置314aにおいてガス流路を形成する処理が行われる。また、吐出装置320aにおいて、集電層を形成する処理が行われ、吐出装置320bにおいて、ガス拡散層を形成する処理が行われ、吐出装置320cにおいて、反応層を形成する処理が行われる。また、吐出装置320dにおいて、電解質膜を形成する処理が行われ、吐出装置320eにおいて、反応層を形成する処理が行われる。更に、吐出装置320fにおいて、ガス拡散層を形成する処理が行われ、吐出装置320gにおいて、集電層を形成する処理が行われる。

#### 【0127】

また、ガス流路形成装置314bにおいて、基板に対してガス流路を形成するための処理が行われる。なお、ガス流路形成装置314a及び吐出装置320a～320gにおいて第1の基板に対して処理を施す場合には、ガス流路形成装置314bにおいては、第2の基板に対してガス流路を形成する処理が施される。

#### 【0128】

また、吐出装置320a～320gの構成は、第1の実施の形態に係る吐出装置120aと同様の構成（図2参照）であるため説明を省略するが、以下の説明において、吐出装置320a～320gの各構成には、吐出装置120aの説明において各構成に用いたのと同じ符号を用いて説明を行う。なお、吐出装置320a～320gにそれぞれ備えられているタンク130には、各吐出装置320a～320gにおいて行われる所定の処理に必要な吐出物が収容されている。例えば、吐出装置320a及び吐出装置320gのタンク130には、集電層を形成するための吐出物が収容されている。また、吐出装置320b及び吐出装置320fのタンク130には、ガス拡散層を形成するための吐出物が、吐出装置320c及び吐出装置320eのタンク130には、反応層を形成するための吐出物が、吐出装置320dのタンク130には、電解質膜を形成するための吐出物がそれぞれ収容されている。

#### 【0129】

次に、図33のフローチャート及び図面を参照して、第4の実施の形態に係るガス流路形成装置314a、314b及び吐出装置320a～320gを用いた燃料電池の製造方法について説明する。

**【0130】**

まず、基板に反応ガスを供給するためのガス流路を形成する（ステップS30）。即ち、まず、図34（a）に示すように矩形平板形状であって、例えば、シリコン素材の基板（第1の基板）302をベルトコンベアBC31によりガス流路形成装置314aまで搬送する。ベルトコンベアBC31によりガス流路形成装置314aに搬送された基板302には、基板302の表面に樹脂304、例えば、光硬化性樹脂又は熱硬化型樹脂が塗布される（図34（b）参照）。なお、基板302の表面には、未硬化状態であって、低粘度の樹脂304、例えば、20mPa・s程度の粘度の樹脂304が塗布されている。

**【0131】**

次に、予め形成されているガス流路形成型305を樹脂304に押し付け（図35（a）参照）、樹脂304にガス流路形成型5の形状を転写することによって、所定形状のガス流路を形成する。即ち、流路幅がガス流路の上部から底部に向かって漸次減少しているガス流路、例えば、図35（a）に示す曲面を有する断面形状である断面半円形形状のガス流路を形成するためのガス流路形成型305を樹脂304に押し付ける。ここで、ガス流路形成型305は、予め石英ガラス等により形成されている。

**【0132】**

次に、ガス流路形成型305の背面から光を、例えば、短波長のレーザー光を照射し、照射されたレーザー光により、樹脂304を硬化させることによって、ガス流路形成型305の形状を樹脂304に転写させる。即ち、樹脂304が低粘度であるため、ガス流路形成型305を押し付けたままの状態では樹脂304を硬化させる。そして、樹脂304が硬化した後にガス流路形成型305を取り外し、図35（b）に示すような断面半円形形状のガス流路を形成する。なお、ガス流路形成型305には、硬化させた樹脂304から容易に取り外すことができるように剥離剤が塗布されている。

**【0133】**

流路幅がガス流路の上部から底部に向かって漸次減少しているガス流路が形成された基板302は、ガス流路形成装置314aからベルトコンベアBC31へと移され、ベルトコンベアBC31により吐出装置320aへと搬送される。

**【0134】**

次に、基板302上に、反応ガスが反応することにより発生した電子を集めるための集電層（第1の集電層）を形成する（ステップS31）。即ち、まず、ベルトコンベアBC31により吐出装置320aまで搬送された基板302を、テーブル128上に載置して吐出装置320a内に取り込む。吐出装置320aにおいては、タンク130内に收容されている集電層306を形成する材料、例えば、銅等の導電性物質をノズル形成面126のノズルを介してテーブル128上に載置されている基板302上に吐出する。この時、導電性物質は、ガス流路に供給された反応ガスの拡散を妨げることがない形状に、例えば、網目形状等になるように吐出され集電層306が形成される。

**【0135】**

図36は、集電層306が形成された基板302の端面図である。この図36に示すように、例えば、銅等の導電性物質を網目形状に吐出することにより、集電層306が形成される。なお、集電層306が形成された基板302は、テーブル128からベルトコンベアBC31へと移され、ベルトコンベアBC31により吐出装置320bへと搬送される。

**【0136】**

次に、ステップS31において形成された集電層306の上に、基板302に形成されたガス流路を介して供給される反応ガスを拡散させるためのガス拡散層（第1のガス拡散層）を形成する（ステップS32）。即ち、まず、ベルトコンベアBC31により吐出装置320bまで搬送された基板302を、テーブル128上に載置して吐出装置320b内に取り込む。吐出装置320bにおいては、タンク130内に收容されているガス拡散層308を形成するための材料、例えば、カーボン粒子を集電層306上にノズル形成面126のノズルを介して吐出し、ガス流路を介して供給された反応ガス（第1の反応ガス

)を拡散させるためのガス拡散層308を形成する。

#### 【0137】

図37は、ガス拡散層308が形成された基板302の端面図である。この図37に示すように、例えば、電極としての機能も有するカーボン粒子を集電層306上に吐出し、反応ガスを拡散させるためのガス拡散層308が形成される。ここで、ガス拡散層308を構成するカーボン粒子としては、ガス流路を介して供給された反応ガスを十分に拡散させることができる程度の大きさであって、かつ、多孔質のカーボンが用いられる。例えば、直径0.1～1ミクロン程度の粒子径の多孔質カーボンが用いられる。また、ガス拡散層308が形成された基板302は、テーブル128からベルトコンベアBC31へと移され、ベルトコンベアBC31により吐出装置320cへと搬送される。

#### 【0138】

次に、ステップS32において形成されたガス拡散層308の上に、基板302に形成されたガス流路を介して供給される反応ガスが反応する反応層(第1の反応層)を形成する(ステップS33)。即ち、ベルトコンベアBC31により吐出装置320cまで搬送された基板302を、テーブル128上に載置して吐出装置320c内に取り込む。吐出装置320cにおいては、タンク130内に収容されている反応層を形成する材料、例えば、粒子径が数nm～数十nmの触媒用の白金微粒子を担持したカーボン粒子(白金担持カーボン)をガス拡散層308上に吐出して反応層310を形成する。ここで、白金微粒子を担持しているカーボンは、ガス拡散層308を構成するカーボン粒子と同様のカーボン粒子、即ち、同様の粒径であって、かつ、多孔質のカーボンが用いられる。なお、溶媒に分散剤を添加することにより白金微粒子を分散させてガス拡散層308上に塗布した後、例えば、窒素雰囲気中で200℃に基板302を加熱することにより、分散剤を除去し、反応層310を形成するようにしてもよい。この場合には、ガス拡散層308を構成するカーボン粒子の表面上に触媒として白金微粒子を付着させることによって反応層310が形成される。

#### 【0139】

図38は、反応層310が形成された基板302の端面図である。この図38に示すように、触媒としての白金微粒子を担持したカーボンがガス拡散層308上に塗布されることにより反応層310が形成される。なお、図38において、反応層310とガス拡散層308とを容易に識別することができるように、反応層310としては白金微粒子のみを示している。また、以下の図においても反応層は、図38と同様に示すものとする。反応層310が形成された基板302は、テーブル128からベルトコンベアBC31へと移され、ベルトコンベアBC31により吐出装置320dへと搬送される。

#### 【0140】

次に、ステップS33で形成された反応層310上にイオン交換膜等の電解質膜を形成する(ステップS34)。即ち、まず、ベルトコンベアBC31により吐出装置320dまで搬送された基板302を、テーブル128上に載置して吐出装置320d内に取り込む。吐出装置320dにおいては、タンク130内に収容されている電解質膜を形成する材料、例えば、パーフルオロカーボン、スルホン酸ポリマー(例えば、Nafion(登録商標))を含む溶液を、ノズル形成面126のノズルを介して反応層310上に吐出して電解質膜312を形成する。

#### 【0141】

図39は、電解質膜312が形成された基板302の端面図である。この図39に示すように、反応層310上に所定の厚さを有する電解質膜312が形成される。なお、電解質膜312が形成された基板302は、テーブル128からベルトコンベアBC31へと移され、ベルトコンベアBC31により吐出装置320eへと搬送される。

#### 【0142】

次に、ステップS34において形成された電解質膜312上に反応層(第2の反応層)を形成する(ステップS35)。即ち、ベルトコンベアBC31により吐出装置320eまで搬送された基板302を、テーブル128上に載置して吐出装置320e内に取り込

む。吐出装置 320e においては、吐出装置 320c において行われた処理と同様の処理により触媒としての白金微粒子を担持したカーボンを出し、反応層 310' を形成する。

#### 【0143】

図 40 は、電解質膜 312 上に反応層 310' が形成された基板 302 の端面図である。この図 40 に示すように、電解質膜 312 上に触媒としての白金微粒子を担持したカーボンが塗布されることによって、反応層 310' が形成される。ここで、反応層 310' は、第 2 の反応ガス、例えば、酸素を含有する反応ガスに基づいて反応する層である。

#### 【0144】

次に、ステップ S35 において形成された反応層 310' 上に反応ガス（第 2 の反応ガス）を拡散させるためのガス拡散層（第 2 のガス拡散層）を形成する（ステップ S36）。即ち、反応層 310' が形成された基板 302 は、ベルトコンベア BC31 により吐出装置 320f まで搬送され、吐出装置 320f において、吐出装置 320b において行われた処理と同様の処理により所定の粒径の多孔質のカーボンが塗布され、ガス拡散層 308' が形成される。

#### 【0145】

図 41 は、反応層 310' 上にガス拡散層 308' が形成された基板 302 の端面図である。この図 41 に示すように、反応層 310' 上に多孔質のカーボンが塗布されることによって、ガス拡散層 308' が形成される。

#### 【0146】

次に、ステップ S36 において形成されたガス拡散層 308' 上に集電層（第 2 の集電層）を形成する（ステップ S37）。即ち、ベルトコンベア BC31 により吐出装置 320g まで搬送された基板 302 を、テーブル 128 上に載置して吐出装置 320g 内に取り込み、吐出装置 320a において行われた処理と同様の処理により、集電層 306' がガス拡散層 308' 上に形成される。

#### 【0147】

図 42 は、ガス拡散層 308' 上に集電層 306' が形成された基板 302 の端面図である。この図 42 に示すように、上述のステップ S37 の処理により集電層 306' が形成される。なお、集電層 306' が形成された基板 302 は、テーブル 128 からベルトコンベア BC31 へと移され、組立装置 360 へと搬送される。

#### 【0148】

次に、ステップ S37 において集電層が形成された基板（第 1 の基板）上にガス流路が形成された基板（第 2 の基板）を配置することによって燃料電池を組み立てる（ステップ S38）。即ち、組立装置 360 において、ベルトコンベア BC31 を介して搬入された基板 302（第 1 の基板）上にベルトコンベア BC32 を介して搬入された基板 302'（第 2 の基板）を配置することにより、燃料電池の組立を行う。ここで、基板 302' には、上述のステップ S30～ステップ S37 における処理とは別に、第 2 のガス流路が形成されている。即ち、ガス流路形成装置 314b において、ガス流路形成装置 314a において行われた処理と同様の処理により、第 2 のガス流路が形成されている。従って、基板 302 に形成されている一方の側面から他方の側面へと延びる断面半円形状のガス流路と、基板 302' に形成されている断面半円形状のガス流路とが平行になるように基板 302' を配置して燃料電池の組立を行い、燃料電池の製造を完了する。

#### 【0149】

図 43 は、完成した燃料電池の端面図である。この図 43 に示すように、第 2 のガス流路が形成された基板 302' を基板 302 の所定の位置に配置することによって第 1 の基板に形成された第 1 のガス流路を介して第 1 の反応ガスを供給し、第 2 の基板に形成された第 2 のガス流路を介して第 2 の反応ガスを供給する燃料電池の製造が完了する。なお、この第 4 の実施の形態においては、第 1 のガス流路と第 2 のガス流路とが平行になるように基板 302' を配置しているが、第 3 の実施の形態における場合と同様に、第 1 のガス流路と第 2 のガス流路とが直交するように基板 302' を配置してもよい。

**【0150】**

また、上述の第4の実施の形態に係る製造方法により製造された燃料電池は、電子機器、特に携帯用電子機器、例えば、携帯電話等に電力供給源として組み込むことができる。即ち、上述の燃料電池の製造方法によれば、流路抵抗を減少させることによって発電効率を向上させた小型の燃料電池を容易に製造することができるため、例えば、携帯電話等の小型電子機器に電力供給源として組み込むことができる。

**【0151】**

この第4の実施の形態に係る燃料電池によれば、ガス流路の流路幅がガス流路の上部から底部に向かって漸次減少している断面半円形状のガス流路が形成されている。従って、断面コ字形状のガス流路の場合のように反応ガスのガス圧力による応力が特定の部分に集中せず、ガス流路内で分散されるため、ガス流路間の壁部が折れる等によりガス流路に損傷が発生することを効果的に防止することができる。そのため、ガス流路間の間隔を狭くし、燃料電池内に反応ガスを効率的に供給し、燃料電池の反応効率を向上させることができる。また、断面コ字形状のガス流路に比較してガス流路の内壁面と反応ガスとが接する面積が小さいため、流路抵抗を減少させて反応ガスの圧力損失を軽減させることができる。

**【0152】**

また、上述の第4の実施の形態に係る燃料電池の製造方法によれば、予め形成されたガス流路形成型を基板上に塗布された樹脂に押し付けることによって、所望形状のガス流路を形成している。従って、予めガス流路上部から底部へと漸次ガス流路幅が減少する形状、例えば、断面半円形状のガス流路形成型を予め作成することにより、所望形状のガス流路を容易に形成することができる。また、予め作成されたガス流路形成型を用いてガス流路を形成しているため、所望形状のガス流路を大量、かつ、迅速に形成することができ、燃料電池の製造効率を向上させることができる。

**【0153】**

なお、上述の第4の実施の形態に係る燃料電池においては、断面半円形状のガス流路を形成しているが、ガス流路の上部から底部に向けてガス流路幅が漸次減少する形状であれば、何れの形状、例えば、断面逆三角形形状、断面半楕円形状、ガス流路の内壁面が階段状になっている形状等であってもよい。

**【0154】**

また、上述の第4の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、ガス流路形成型を用いてガス流路を形成しているが、ガス流路形成型を用いることなくガス流路を形成するようにしてもよい。例えば、断面半円形状のガス流路を形成する際には、等方性を持つウェットエッチングによりガス流路を形成するようにしてもよい。

**【0155】**

また、上述の第4の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、低粘度の樹脂を用いてガス流路を形成しているが、高粘度の樹脂を用いてガス流路を形成するようにしてもよい。この場合には、樹脂にガス流路形成型を押し付け、ガス流路形成型を取り外した後に、短波長のレーザー光を照射する等により樹脂を硬化させてガス流路を形成することができる。

**【0156】**

また、上述の第4の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、ガス流路形成装置によりガス流路を形成しているが、吐出装置を用いてガス流路を形成するようにしてもよい。例えば、エッチング用の溶剤を基板表面に塗布する際に、液滴の大きさを漸次小さくすることによって、ガス流路の上部から底部に向けてガス流路幅が漸次減少しているガス流路、即ち、ガス流路の内壁面が階段状になっているガス流路を形成するようにしてもよい。

**【0157】**

また、吐出装置により基板上に樹脂を塗布し、基板にガス流路形成装置において予め作成されているガス流路形成型を押し付け、光を照射する等によりガス流路を形成するよう

にしてもよい。この場合には、吐出装置により基板上に塗布される樹脂の密度をガス流路が形成される部分では低く、ガス流路の壁部が形成される部分では高くして無駄な部分に樹脂を塗布することを防止し、ガス流路を形成するために用いられる樹脂を節約することができる。

#### 【0158】

また、上述の第4の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、一度に基板上に形成される全てのガス流路を形成しているが、ガス流路を分割して形成するようにしてもよい。即ち、小型のガス流路形成型を用い、基板上に形成される複数のガス流路を一部づつ、分割して形成するようにしてもよい。この場合には、ガス流路形成型が小型であるため、ガス流路形成型に対する押圧を確実に均等とすることができ、高精度に所望形状のガス流路を形成することができる。また、小型のガス流路形成型を用いることにより、ガス流路形成装置そのものを小型化することができ、低コスト、省スペースで燃料電池製造ラインを構築することができる。

#### 【0159】

また、上述の第4の実施の形態に係る燃料電池の製造方法においては、小型の燃料電池を製造しているが、複数の燃料電池を積層させることによって大型の燃料電池を製造するようにしてもよい。即ち、図31に示す場合と同様に、製造された燃料電池の基板302'の裏面に更にガス流路を形成し、ガス流路が形成された基板302'の裏面上に、上述の燃料電池の製造方法における製造工程と同様にしてガス拡散層、反応層、電解質膜等を形成して燃料電池を積層させることによって大型の燃料電池を製造するようにしてもよい。このように、大型の燃料電池が製造された場合には、例えば、電気自動車の電力供給源として用いることができ、地球環境に適切に配慮したクリーンエネルギーの自動車を提供することができる。

#### 【0160】

この発明に係る燃料電池によれば、第1のガス流路及び第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の開口幅が、第1のガス拡散層及び第2のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して狭い。例えば、ガス拡散層を構成する多孔質のカーボン粒子の粒径に比較してガス流路の開口幅が狭いため、多孔質のカーボン粒子がガス流路内に入り込んでガス流路を塞ぐことを確実に防止することができる。

#### 【0161】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法によれば、第1のガス流路形成工程及び第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、吐出装置を用いて第1のガス拡散層及び第2のガス拡散層を構成する物質の粒径に比較して開口幅が狭いガス流路を形成している。従って、ガス流路内にガス拡散層を構成する物質、例えば、多孔質のカーボンがガス流路内に入り込んでガス流路が塞がれることを防止した燃料電池を低コストで容易に製造することができる。

#### 【0162】

また、この発明に係る燃料電池によれば、第1のガス流路及び第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、上流側から下流側に向かって漸次広がっている。従って、反応層に供給される反応ガスのガス量をガス流路の上流側と下流側とで均一に保つことができる。

#### 【0163】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法によれば、第1のガス流路形成工程及び第2のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、上流側から下流側へ向かって流路幅が漸次広がっているガス流路を形成している。従って、ガス流路の上流側と下流側とで均一なガス量の反応ガスを反応層に供給することができ、かつ、発電効率を向上させた燃料電池を容易に製造することができる。

#### 【0164】

また、この発明に係る燃料電池によれば、第1のガス流路及び第2のガス流路の内の少なくとも何れか一方の流路幅が、第1のガス流路又は第2のガス流路の上部から底部に向



かって漸次減少している。即ち、断面コ字形状のガス流路と異なり、第 1 の反応ガス又は第 2 の反応ガスのガス圧力により生じる応力が特定の部分に集中することを防止したガス流路が形成されている。従って、ガス圧力により生じる応力によってガス流路が損傷することを適切に防止することができる。また、断面コ字形状のガス流路に比較してガス流路と反応ガスとが接触する面積が小さいため、ガス流路の管路抵抗を低減させて反応ガスの圧力損失を適切に軽減することができる。

【0165】

また、この発明に係る燃料電池の製造方法によれば、第 1 のガス流路形成工程及び第 2 のガス流路形成工程の内の少なくとも何れか一方は、第 1 のガス流路又は第 2 のガス流路の上部から底部に向かって、流路幅が漸次減少しているガス流路を形成している。従って、ガス流路内において反応ガスのガス圧力により生じた応力が特定の部分に集中することを防止し、ガス流路が損傷することを適切に防止した燃料電池を形成することができる。また、ガス流路形成型を用いることにより、所望形状のガス流路を容易、かつ、迅速に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0166】

- 【図 1】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池製造ラインを示す図。
- 【図 2】 第 1 の実施の形態に係るインクジェット式吐出装置の概略図。
- 【図 3】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造方法のフローチャート。
- 【図 4】 第 1 の実施の形態に係るガス流路の形成処理を説明する図。
- 【図 5】 第 1 の実施の形態に係るガス流路の形成処理を説明する他の図。
- 【図 6】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 7】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 8】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 9】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 10】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 11】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 12】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 13】 第 1 の実施の形態に係る燃料電池の端面図。
- 【図 14】 第 2 の実施の形態に係る燃料電池製造ラインを示す図。
- 【図 15】 第 2 の実施の形態に係るインクジェット式吐出装置の概略図。
- 【図 16】 第 2 の実施の形態に係るガス流路の形成処理を説明する図。
- 【図 17】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池製造ラインを示す図。
- 【図 18】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造方法のフローチャート。
- 【図 19】 第 3 の実施の形態に係るガス流路の形成処理を説明する図。
- 【図 20】 第 3 の実施の形態に係るガス流路の形状を説明する他の図。
- 【図 21】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 22】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 23】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 24】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 25】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 26】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 27】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。
- 【図 28】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の組立工程を説明する図。
- 【図 29】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池のガスの流れを説明する図。
- 【図 30】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池の端面図。
- 【図 31】 第 3 の実施の形態に係る燃料電池積層大型燃料電池の図。
- 【図 32】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池製造ラインを示す図。
- 【図 33】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造方法のフローチャート。
- 【図 34】 第 4 の実施の形態に係るガス流路の形成処理を説明する図。



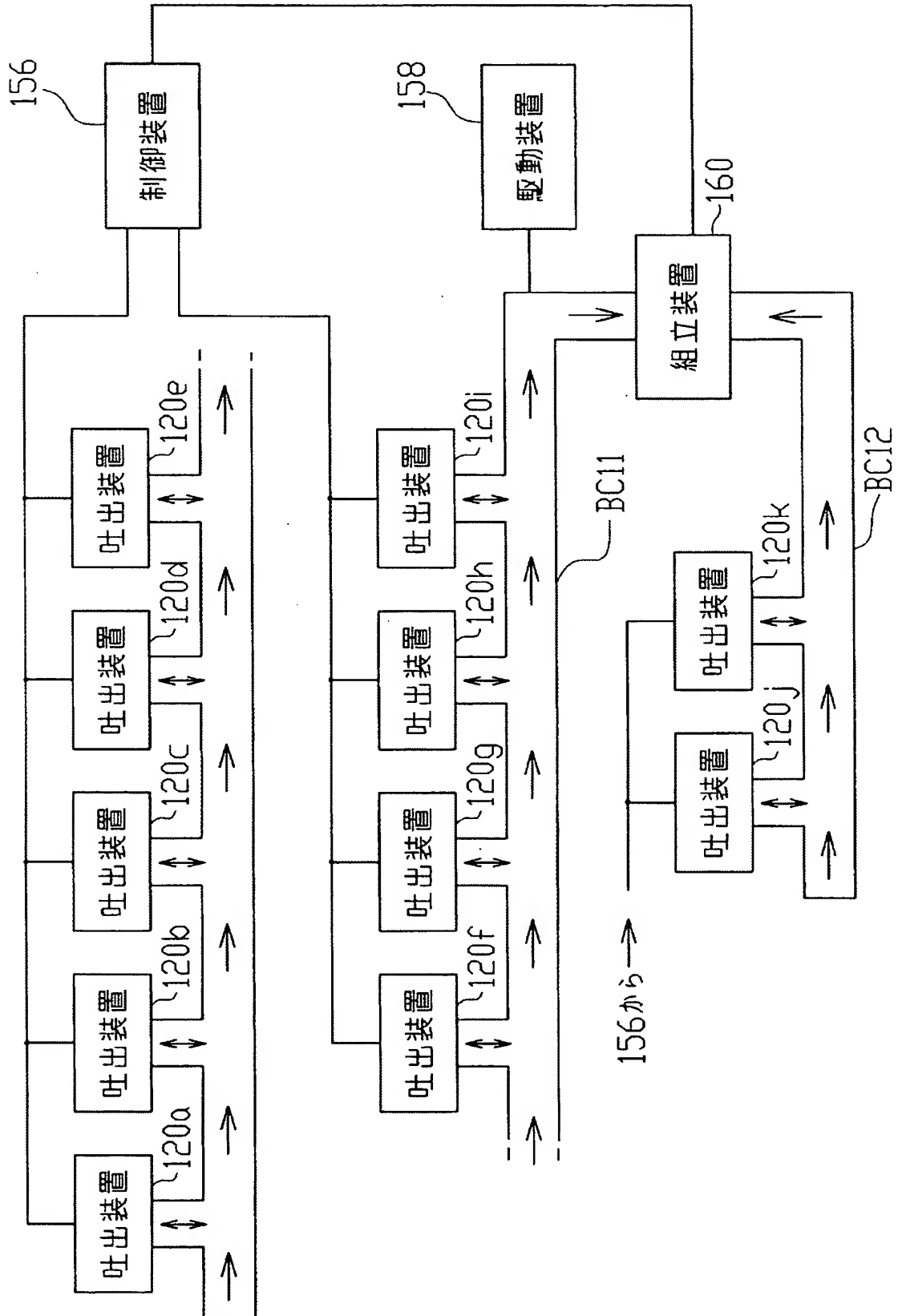
- 【図 3 5】 第 4 の実施の形態に係るガス流路の形成処理を説明する図。  
【図 3 6】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。  
【図 3 7】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。  
【図 3 8】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。  
【図 3 9】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。  
【図 4 0】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。  
【図 4 1】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。  
【図 4 2】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の製造過程の基板の端面図。  
【図 4 3】 第 4 の実施の形態に係る燃料電池の端面図。  
【図 4 4】 従来のガス流路を説明するための図。

【符号の説明】

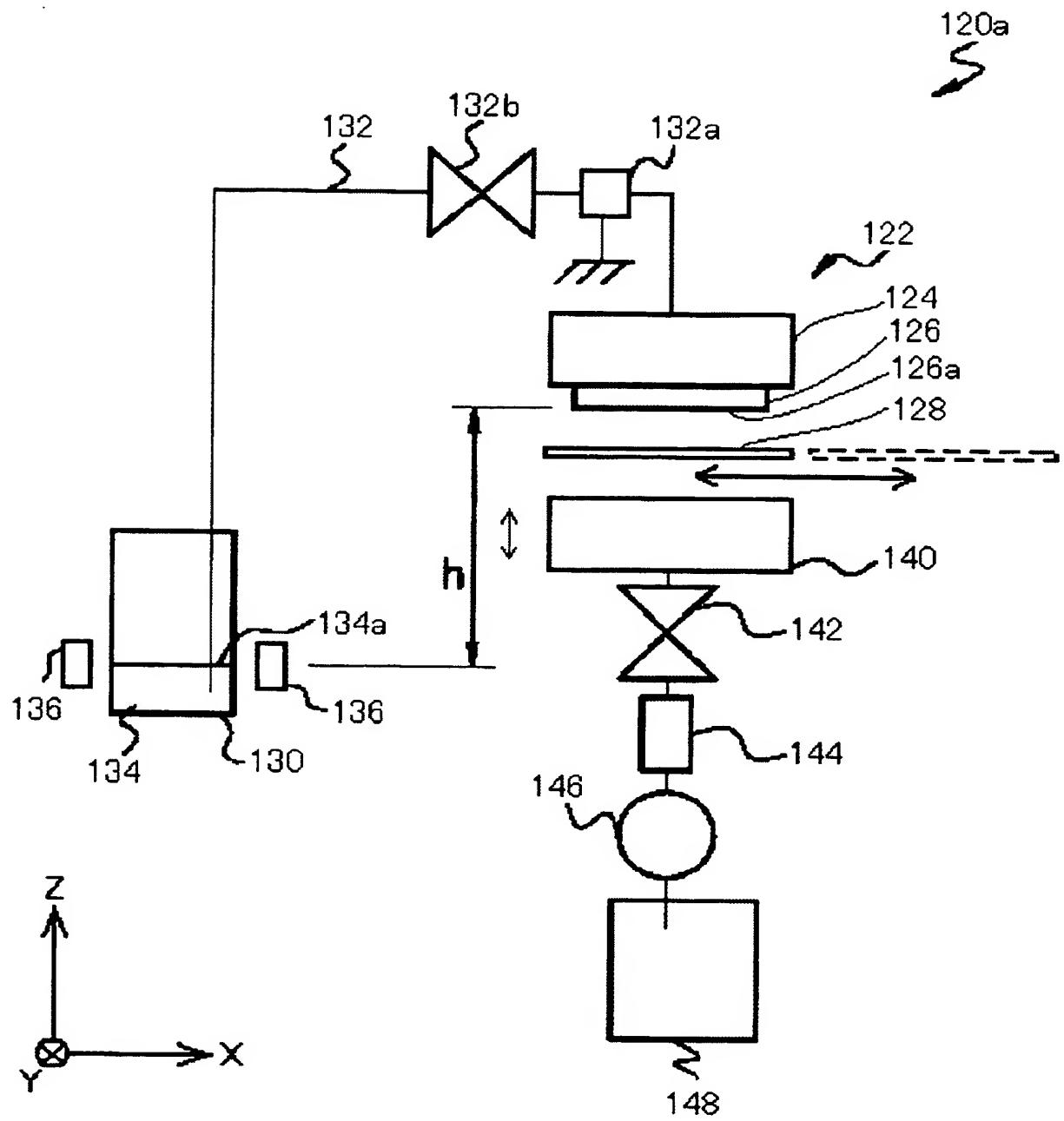
【0167】

102、102'・・・基板、104・・・犠牲層、104a・・・ネガ型レジスト、  
104b・・・ポジ型レジスト、106、106'・・・集電層、108、108'・・・  
・ガス拡散層、110、110'・・・反応層、112・・・電解質膜、120a～12  
0k、120o、120p・・・吐出装置、BC11、BC12・・・ベルトコンベア、  
202、202'・・・基板、204・・・樹脂、206、206'・・・集電層、20  
8、208'・・・ガス拡散層、210、210'・・・反応層、212・・・電解質膜  
、214a、214b・・・ガス流路形成装置、220a～220g・・・吐出装置、B  
C21、BC22・・・ベルトコンベア、302、302'・・・基板、304・・・樹  
脂、306、306'・・・集電層、308、308'・・・ガス拡散層、310、31  
0'・・・反応層、312・・・電解質膜、314a、314b・・・ガス流路形成装置  
、320a～320g・・・吐出装置、BC31、BC32・・・ベルトコンベア。

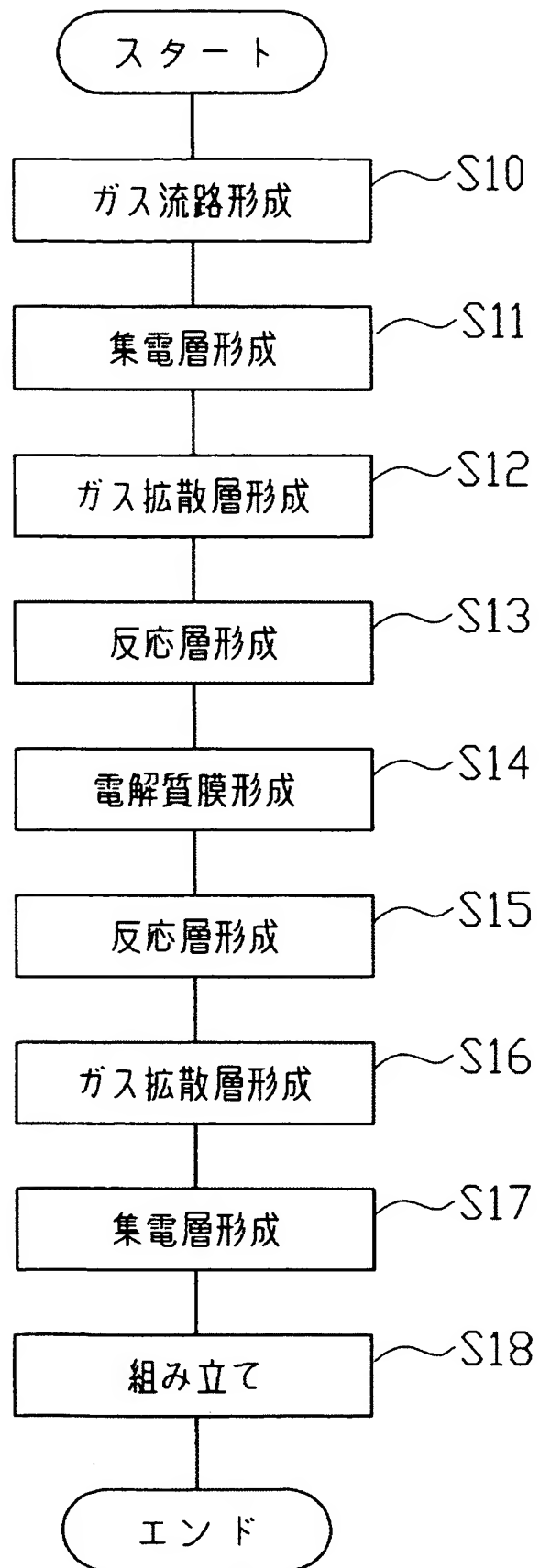
【書類名】 図面  
【図 1】



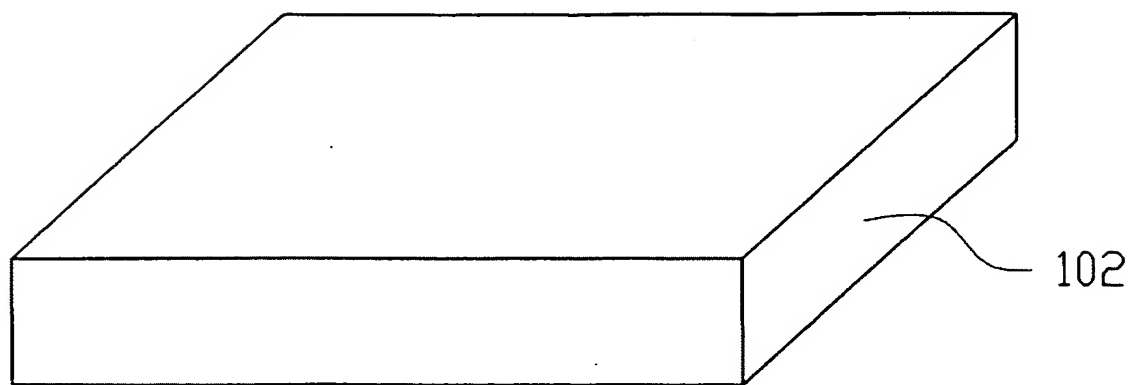
【図 2】



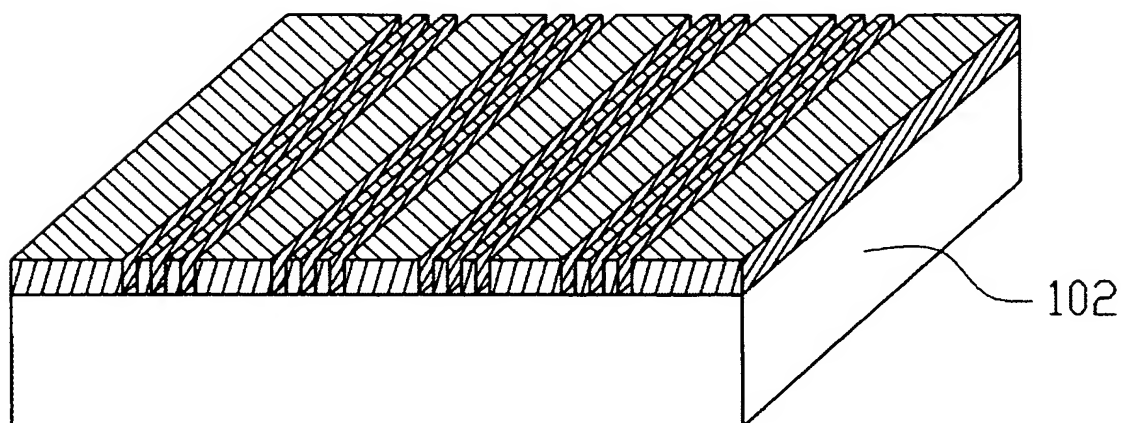
【図 3】



【図 4】

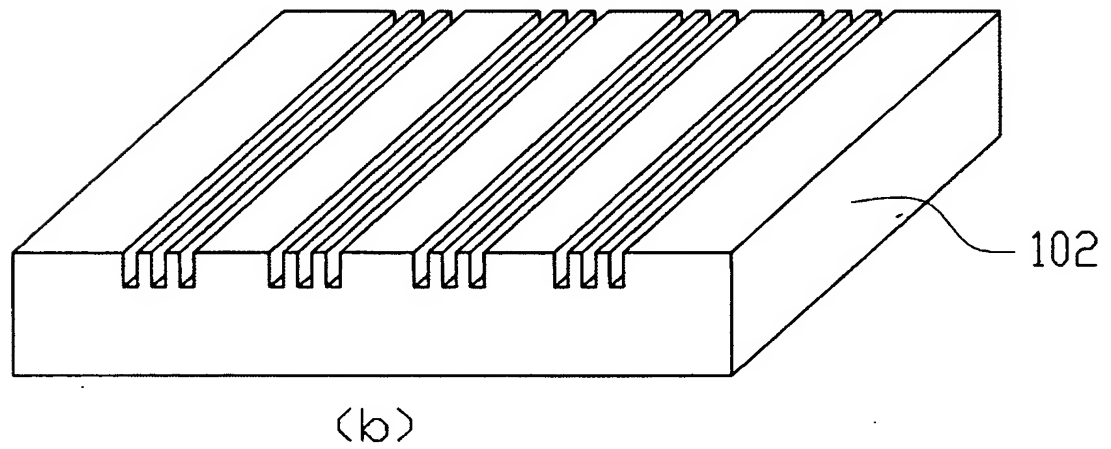
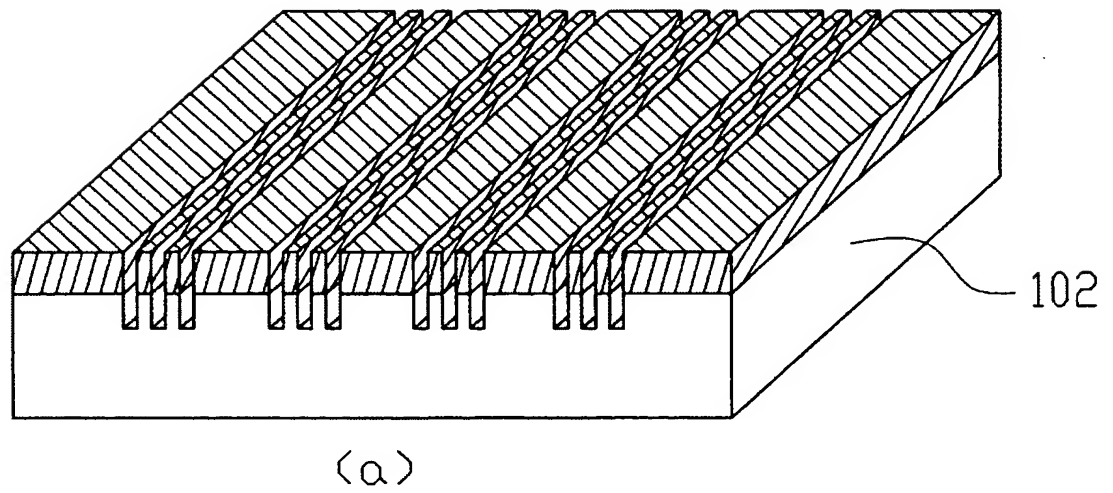


(a)

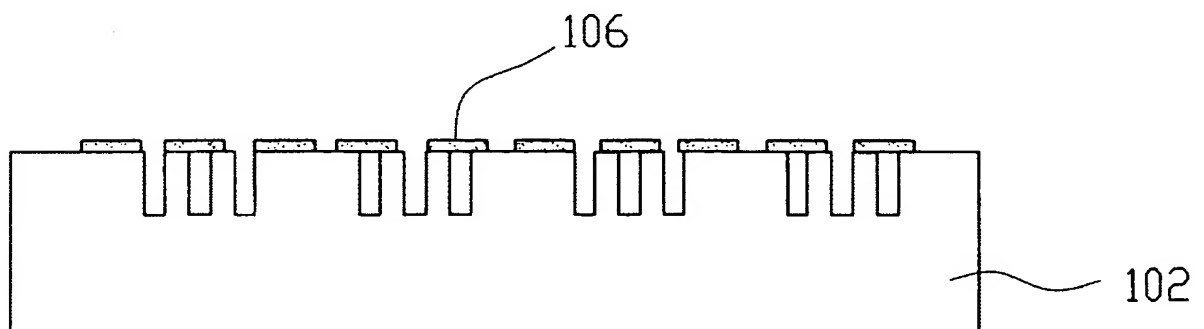


(b)

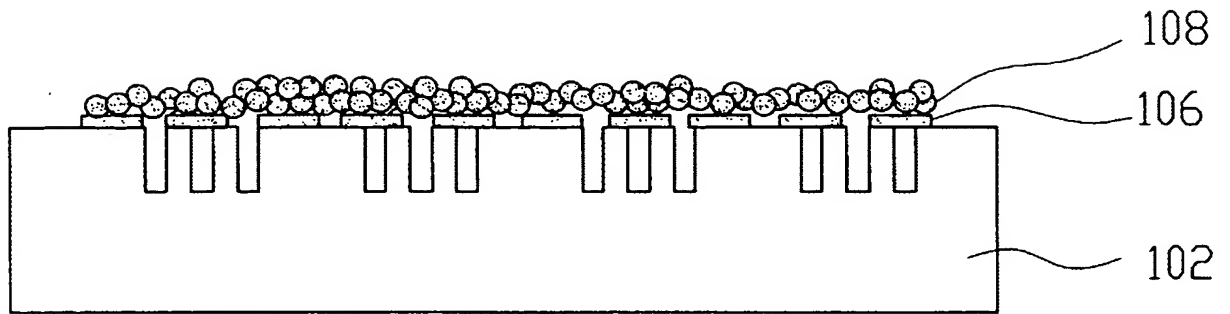
【図 5】



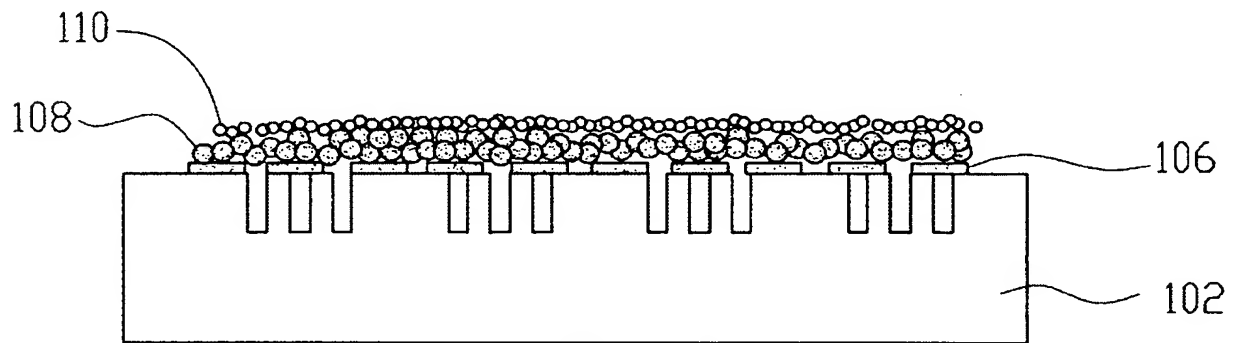
【図 6】



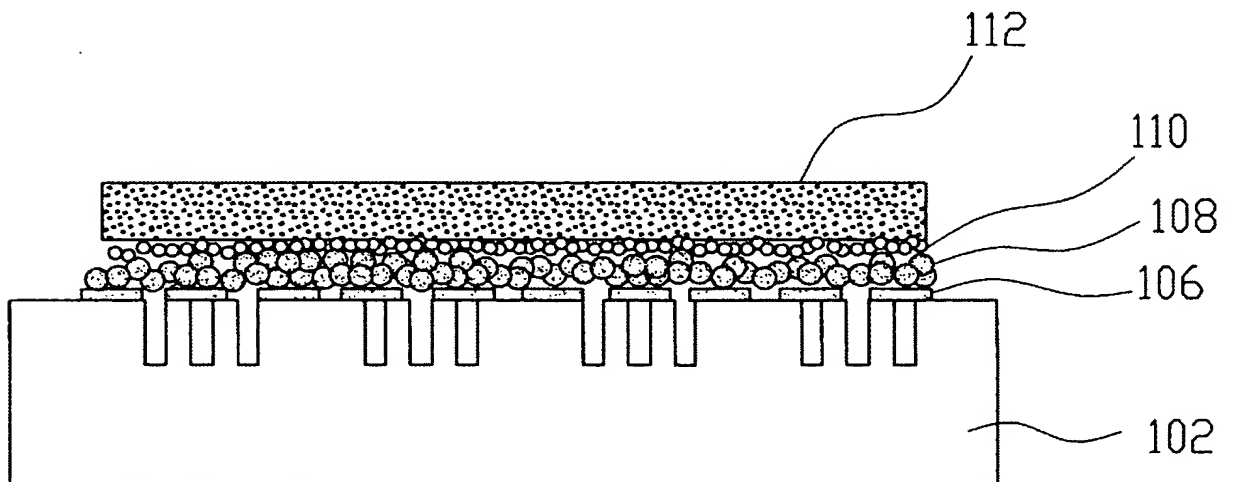
【図 7】



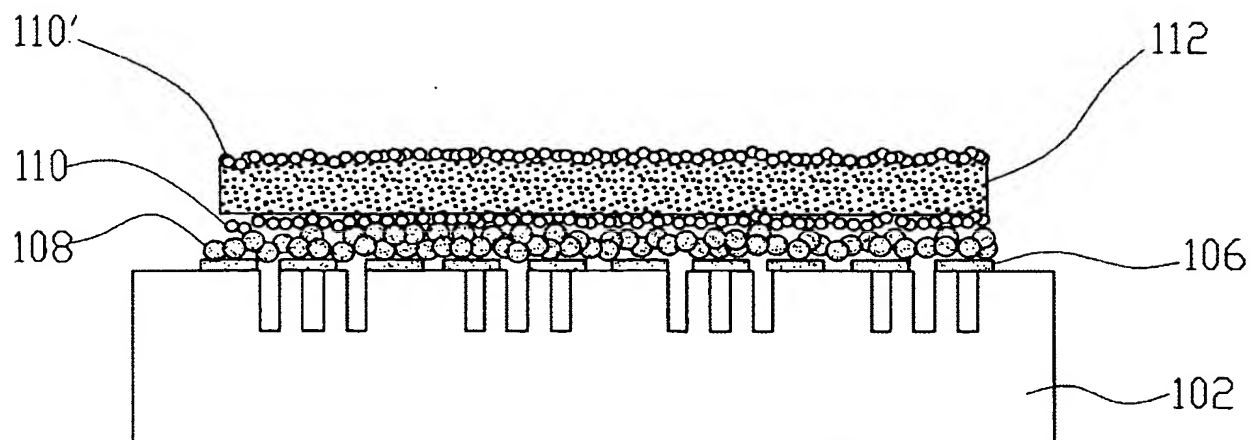
【図 8】



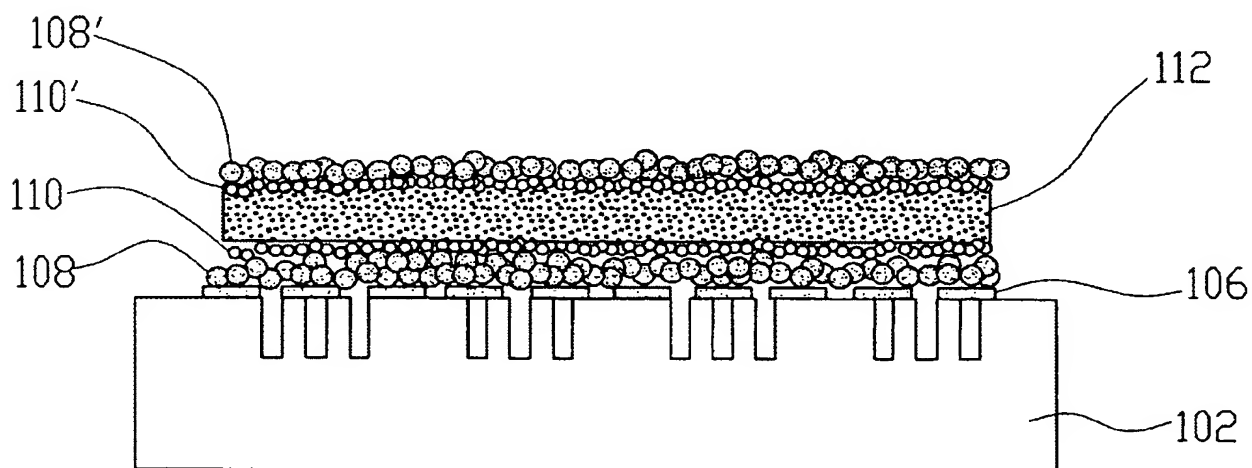
【図 9】



【図 10】

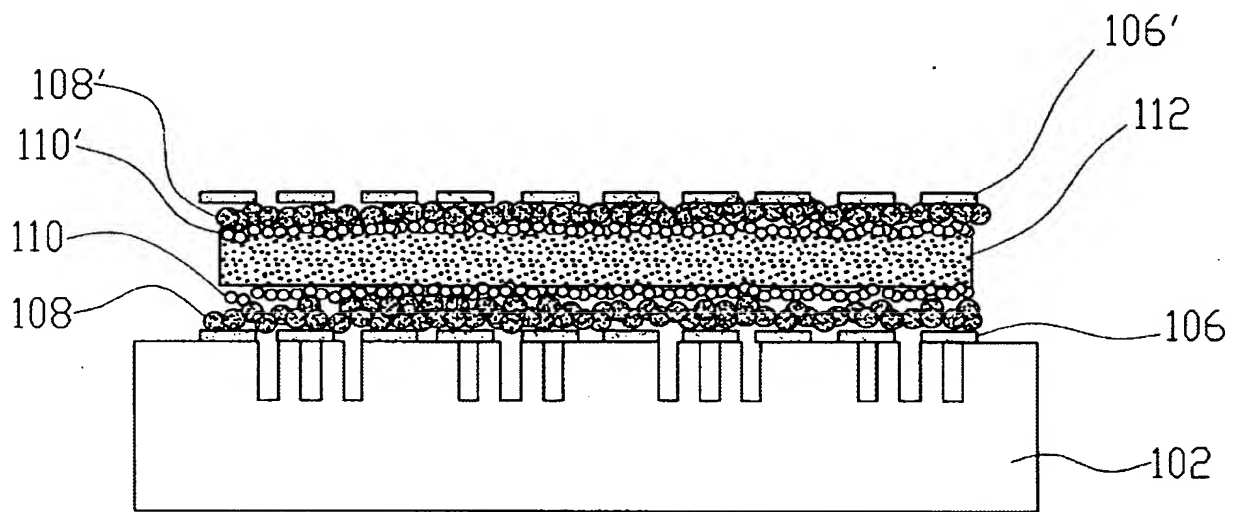


【図 11】

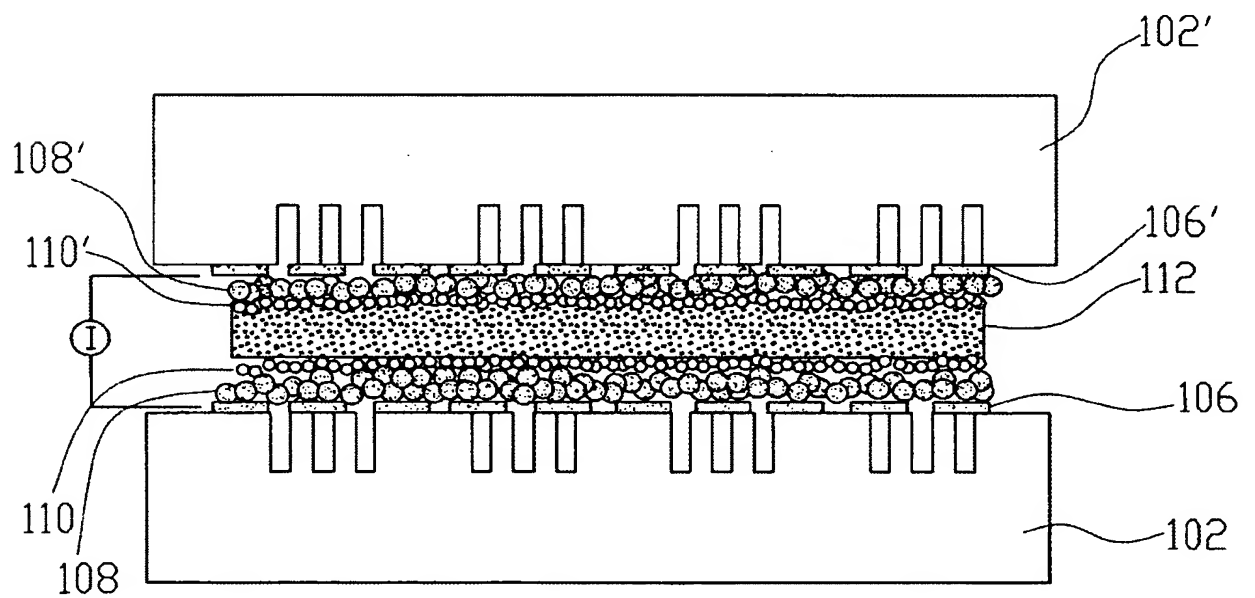




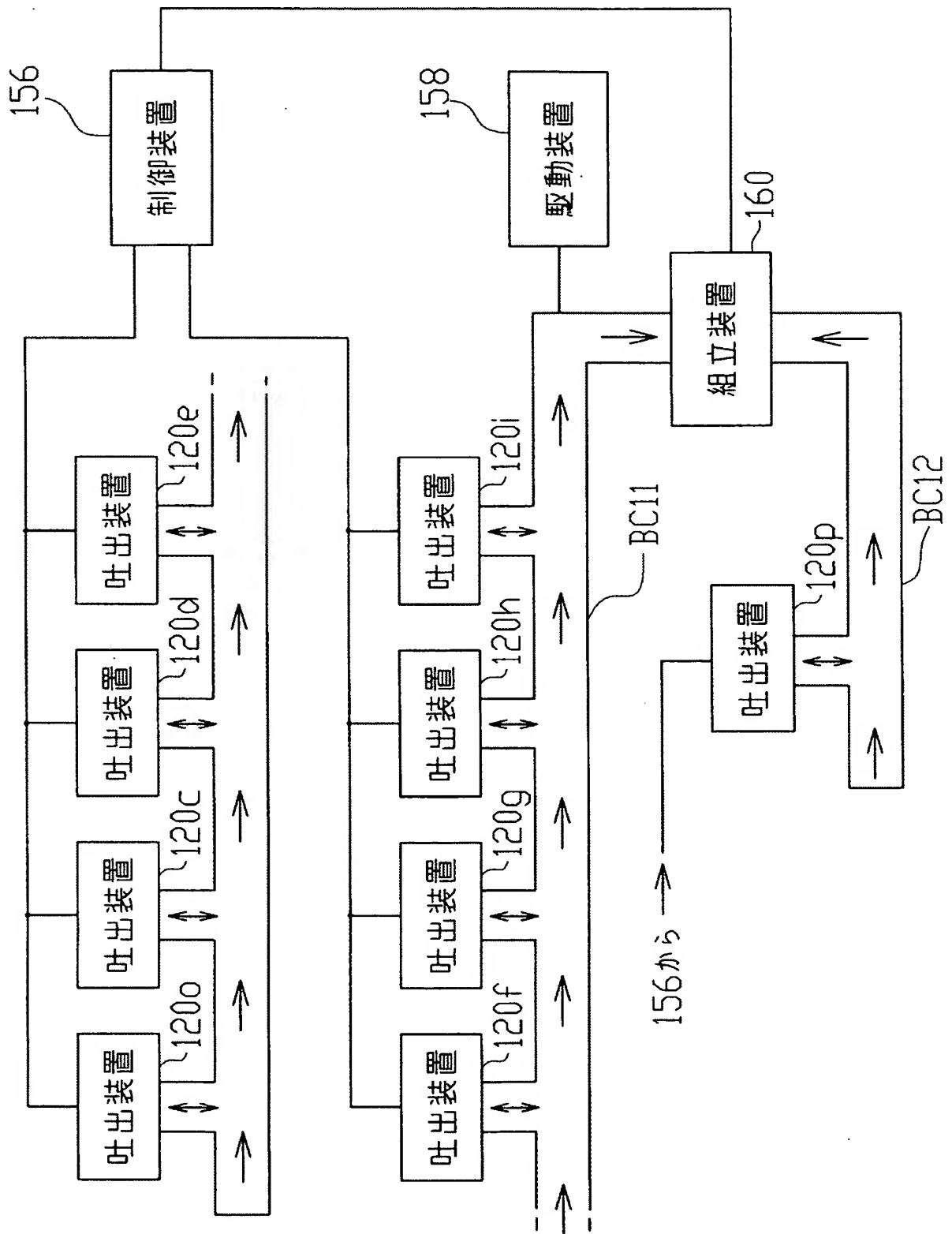
【図 1 2】



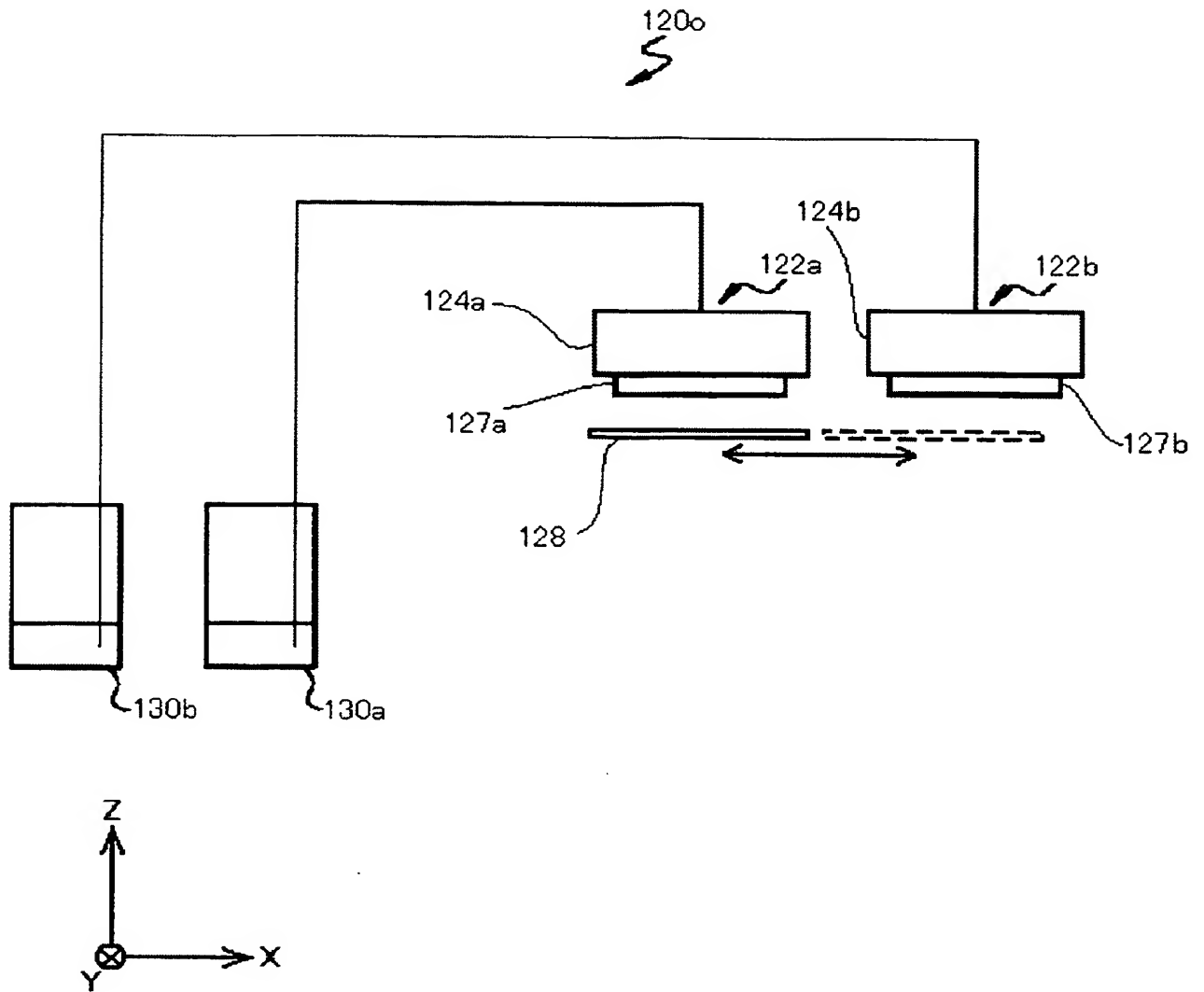
【図 1 3】



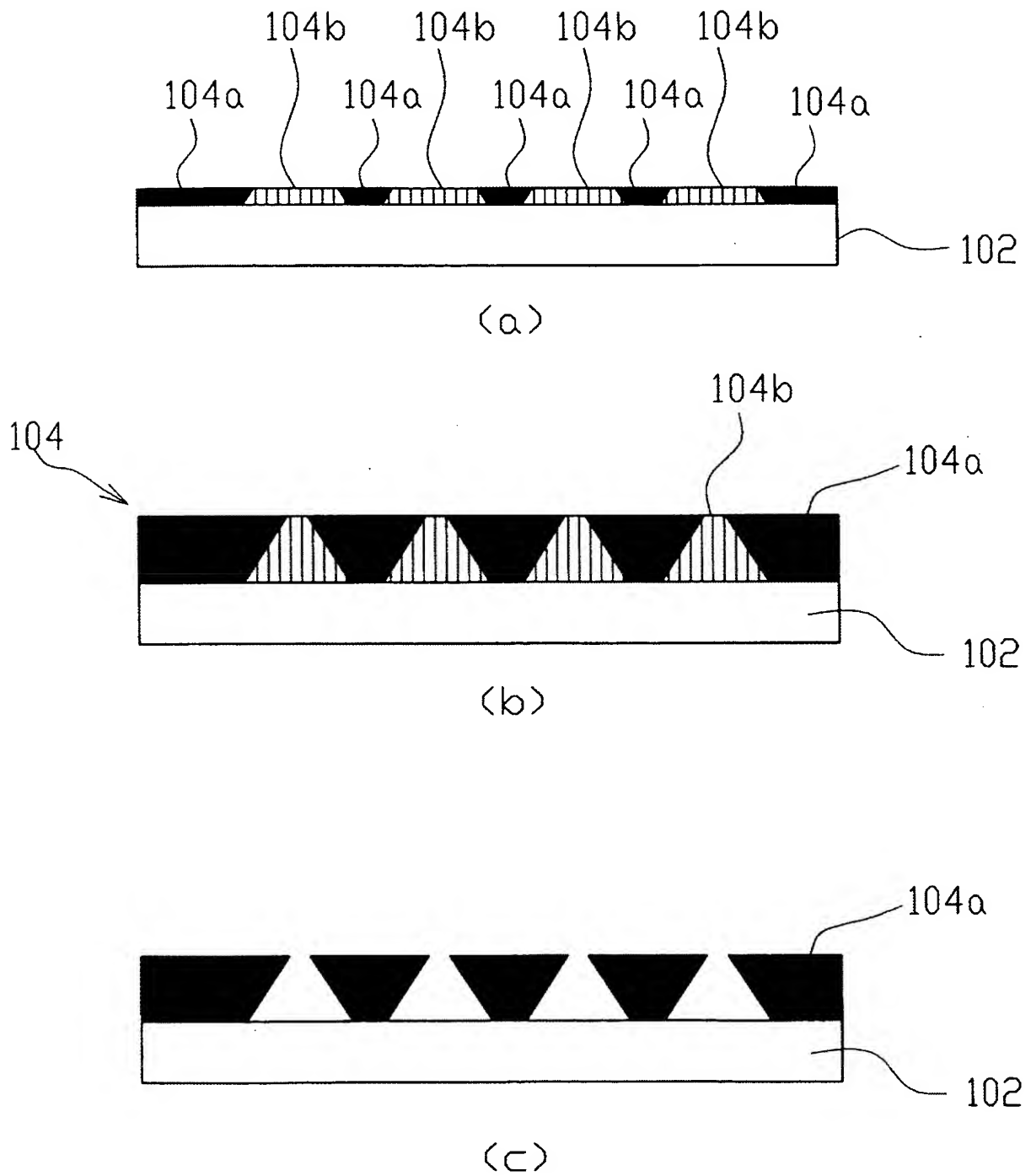
【図 14】



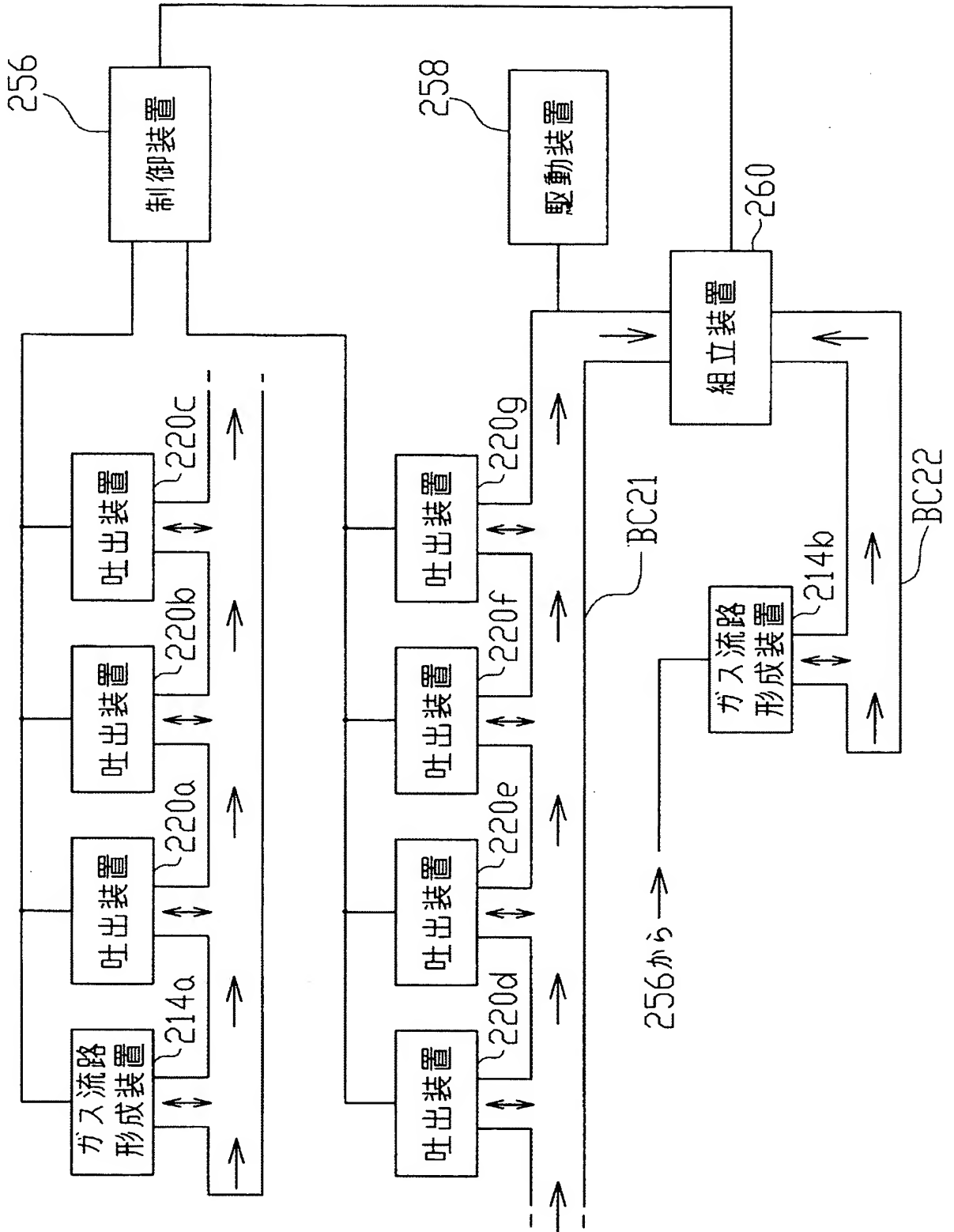
【図 15】



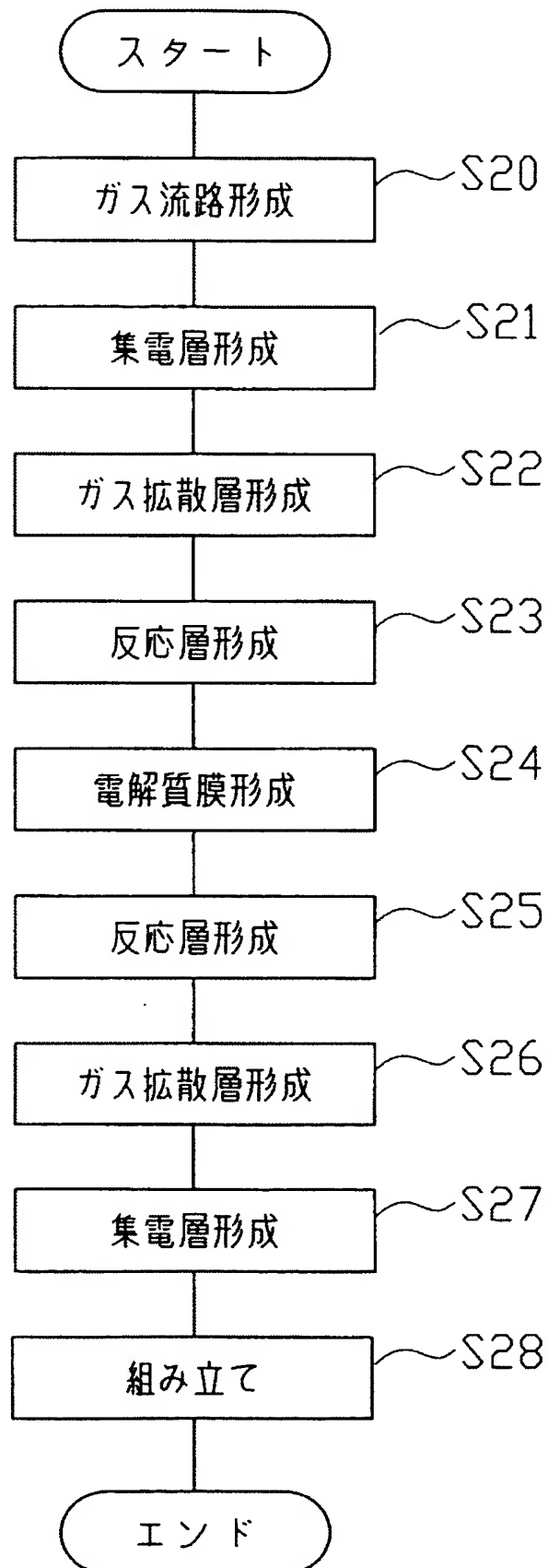
【図 16】



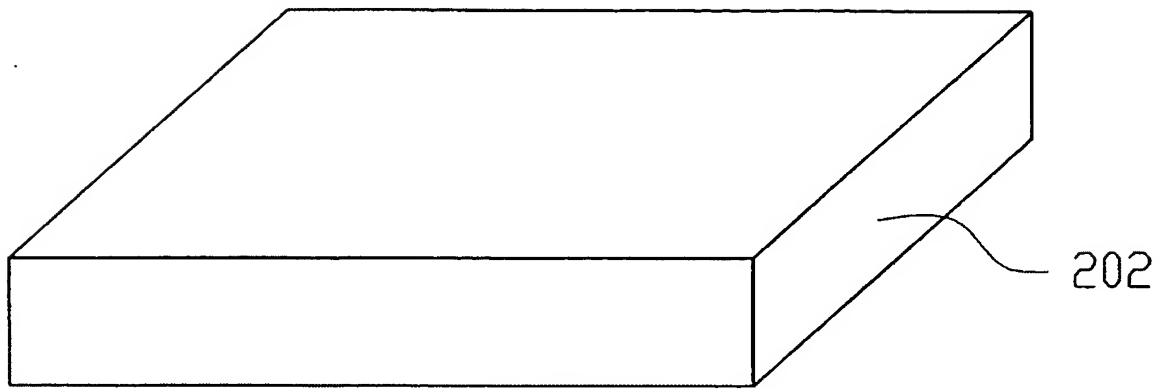
【図 17】



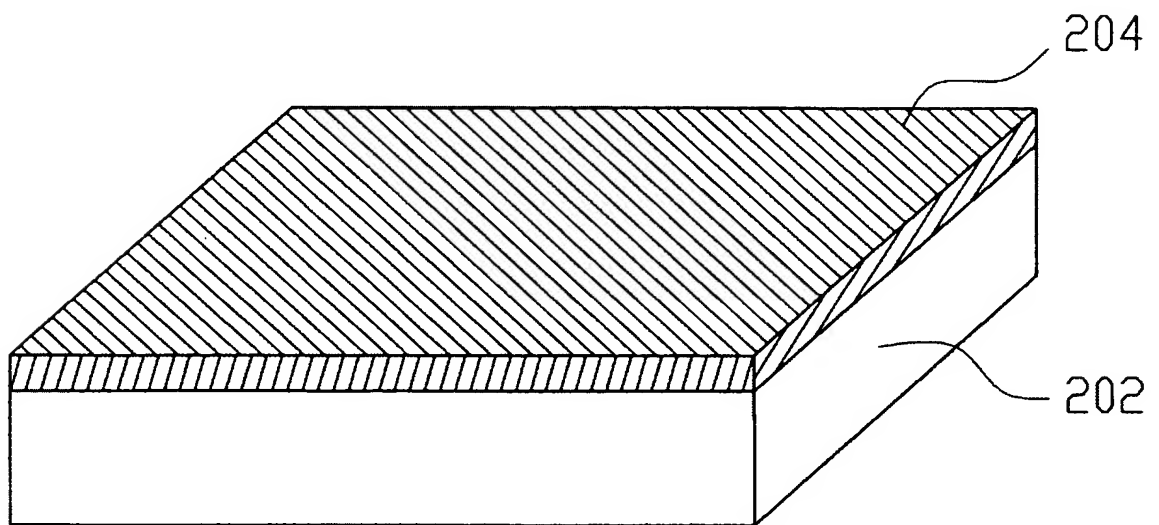
【図 18】



【図 19】

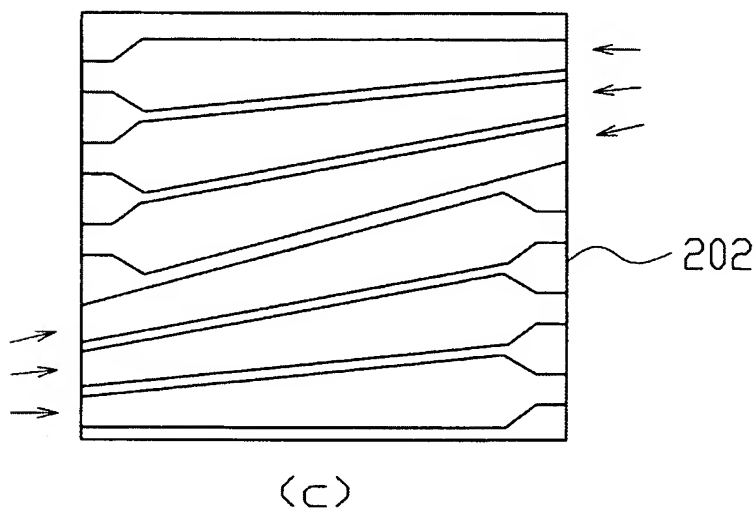
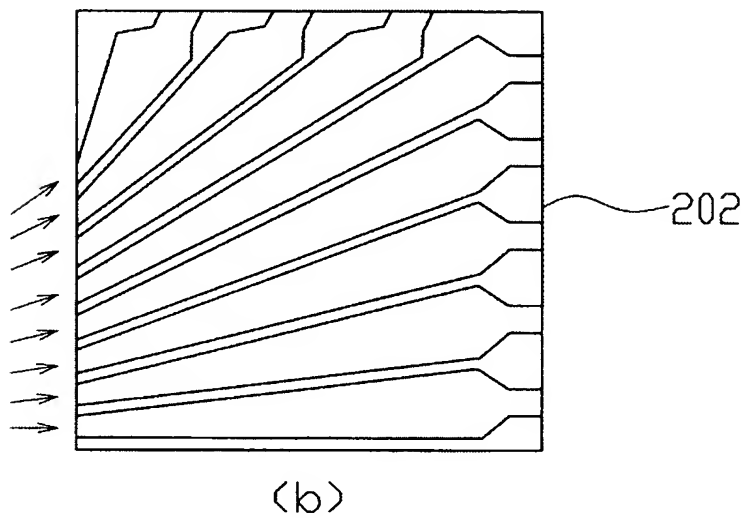
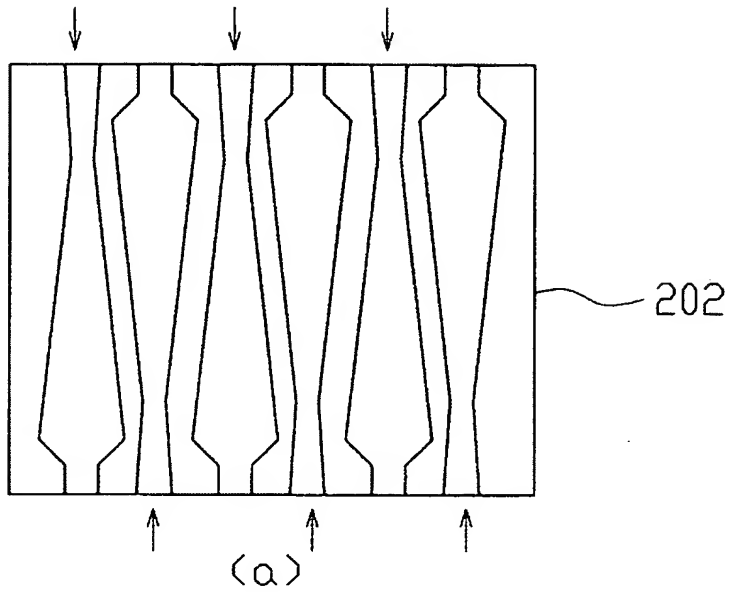


(a)



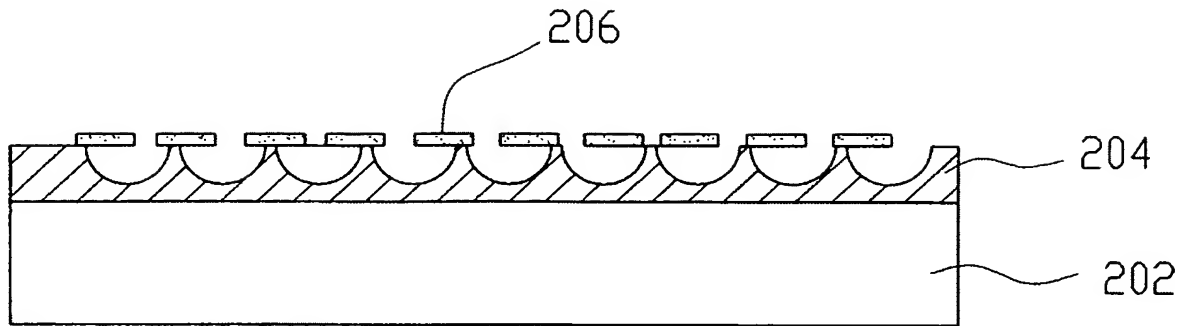
(b)

【図 20】

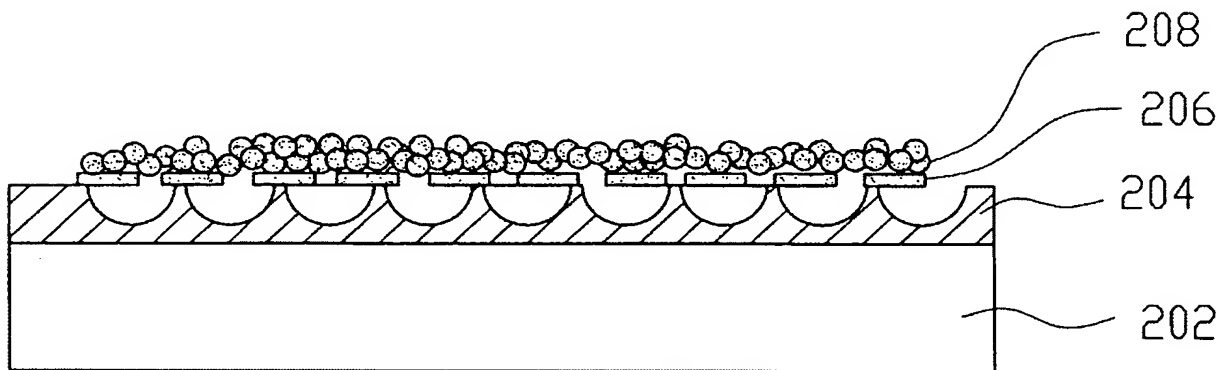




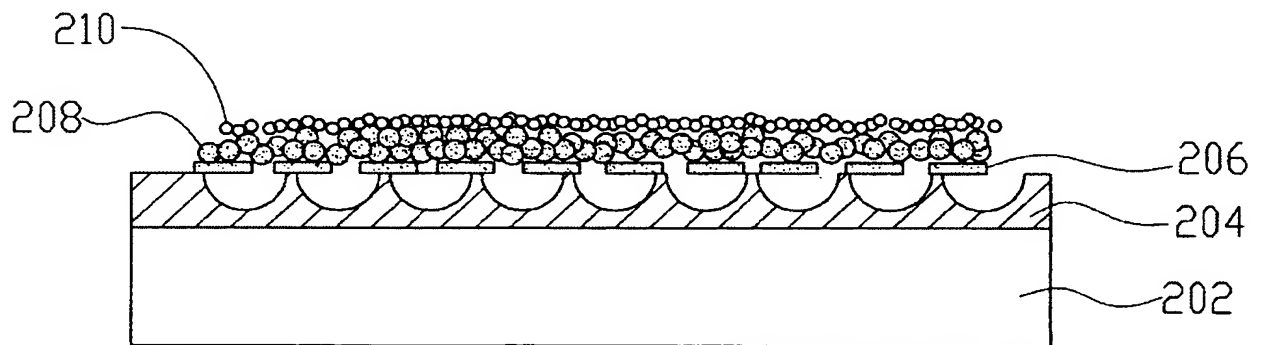
【図 2 1】



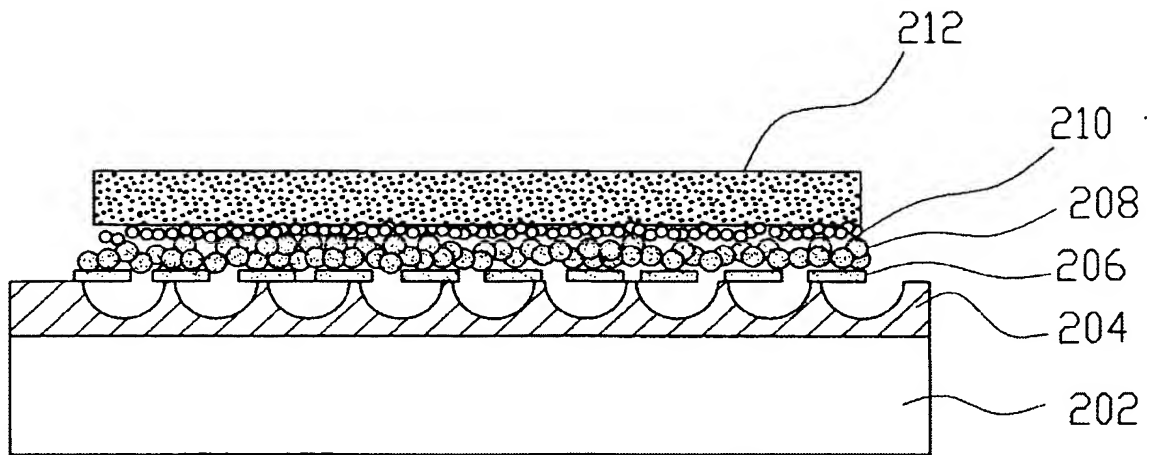
【図 2 2】



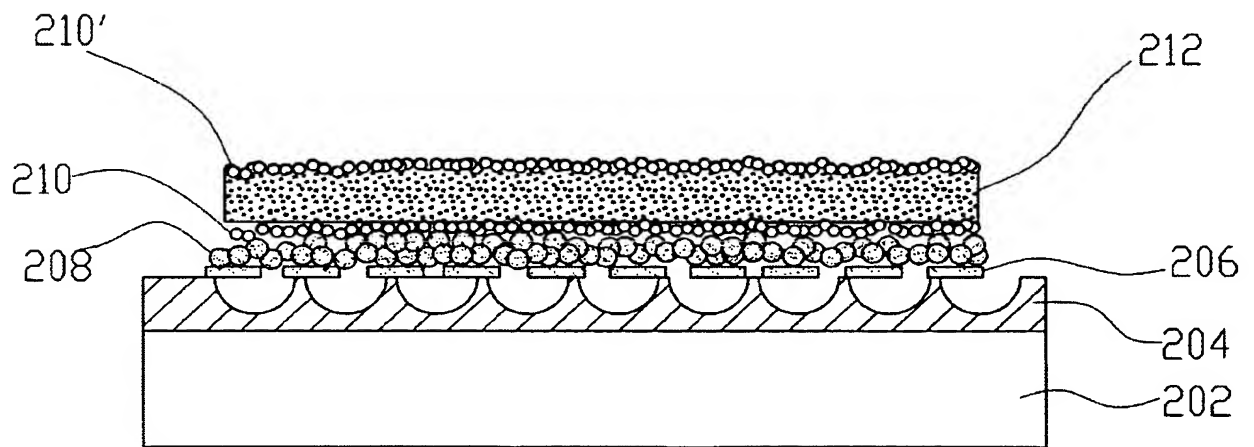
【図 2 3】



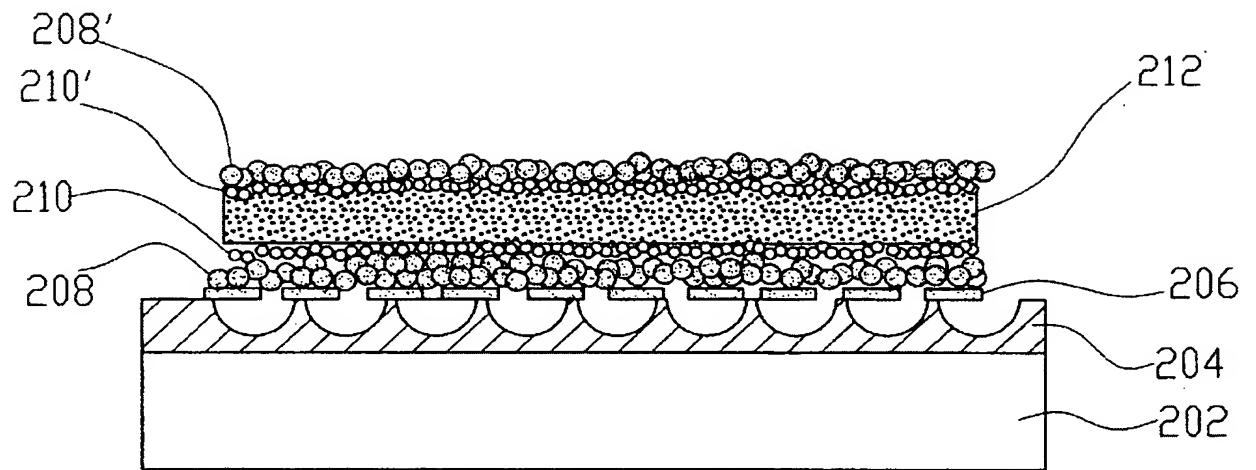
【図 24】



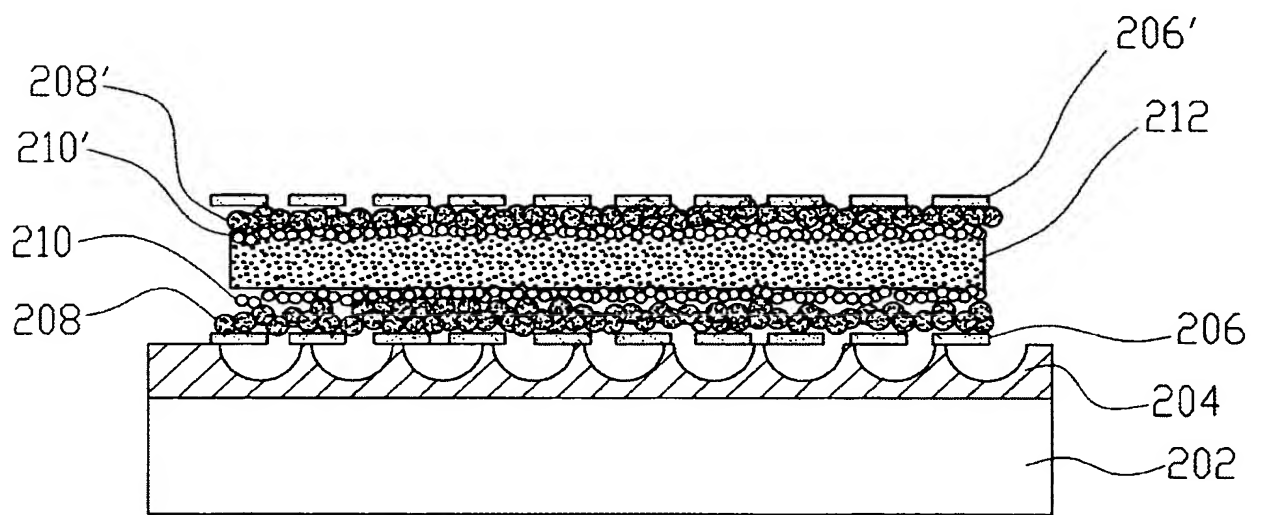
【図 25】



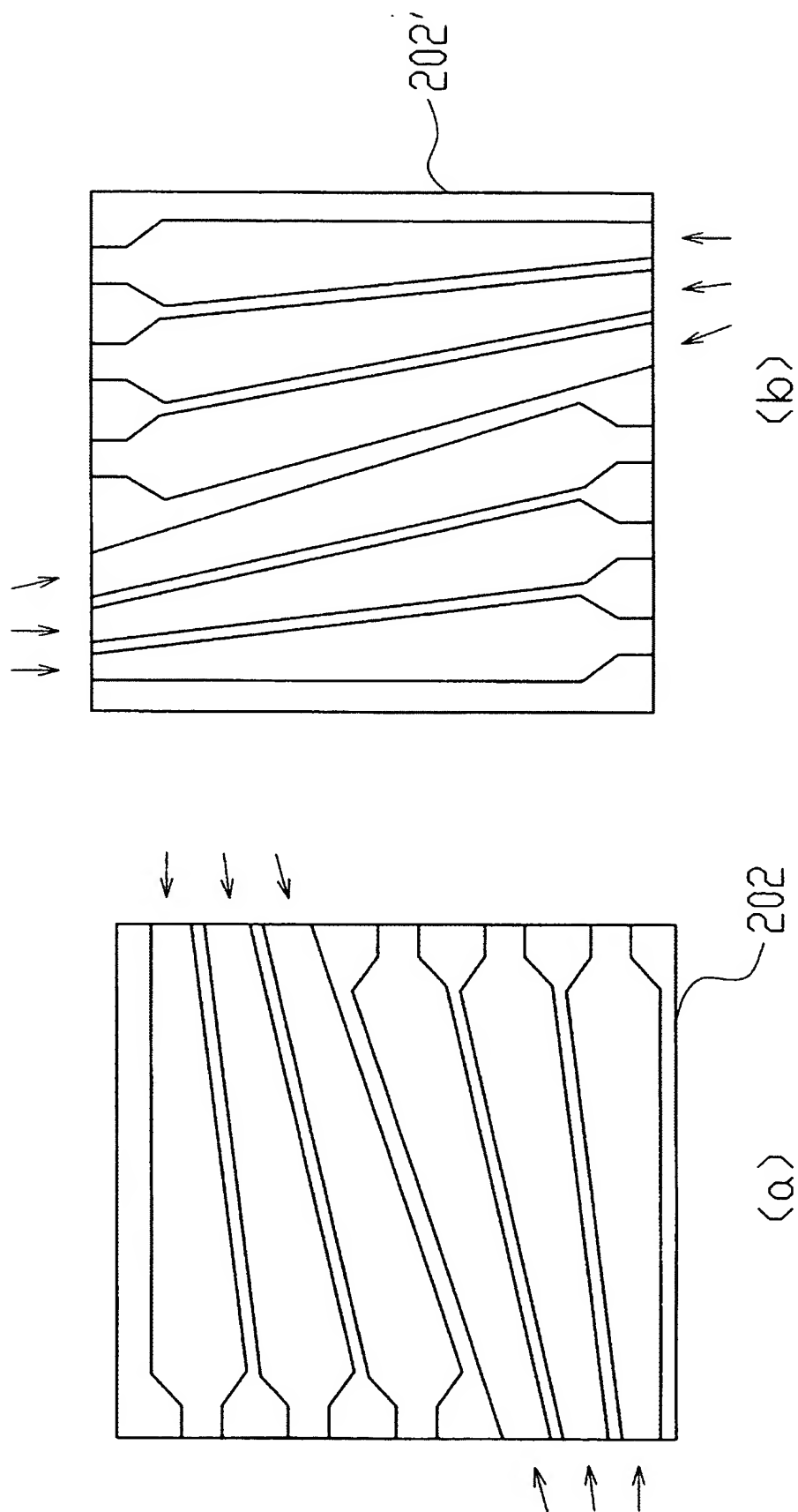
【図 26】



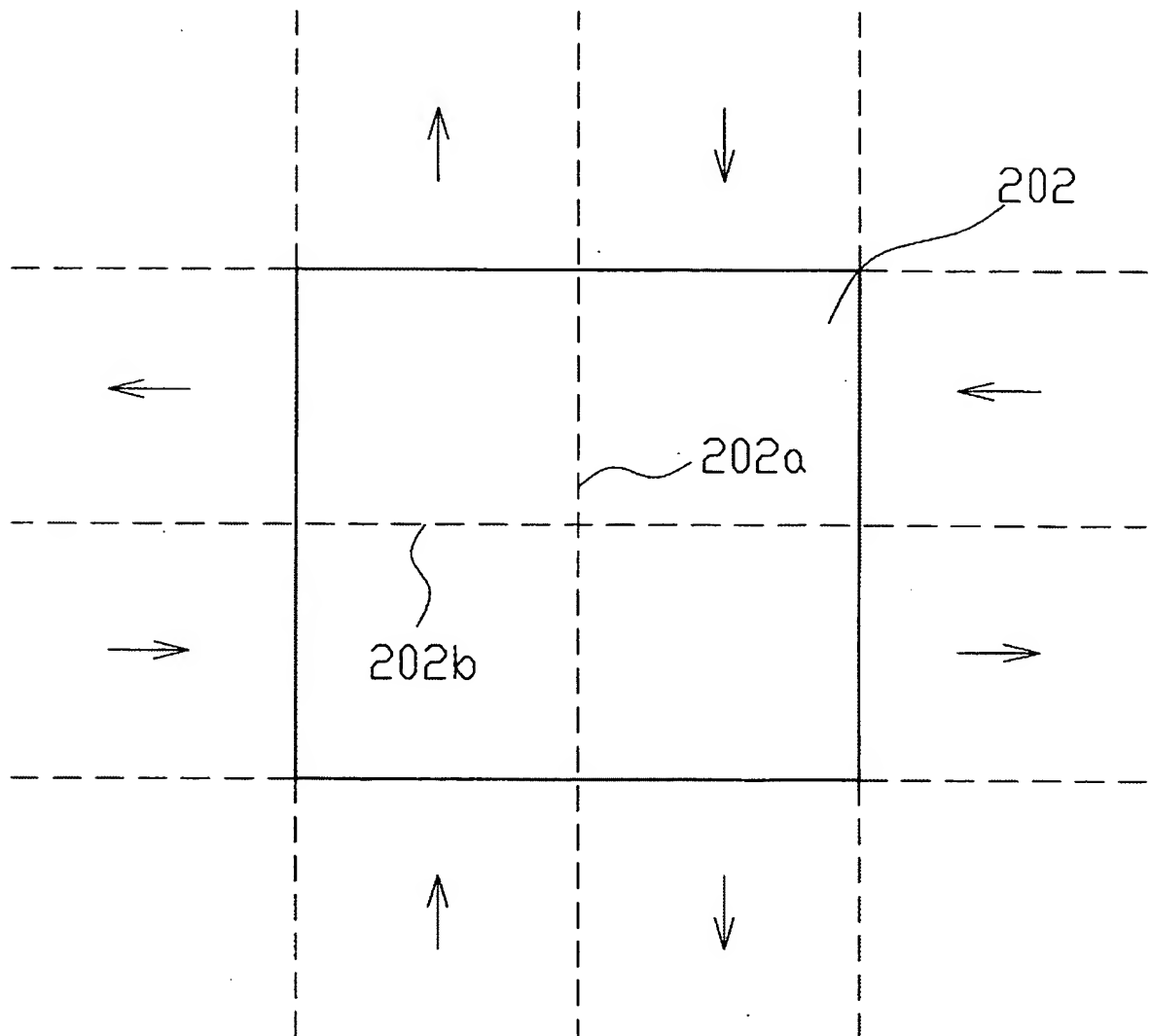
【図 27】



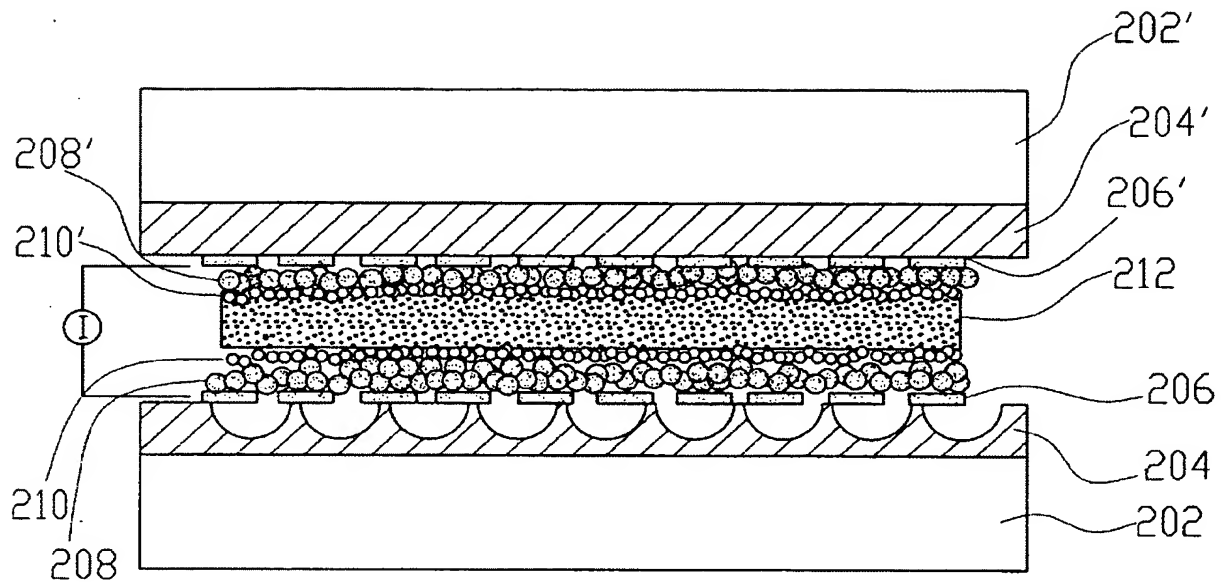
【図 28】



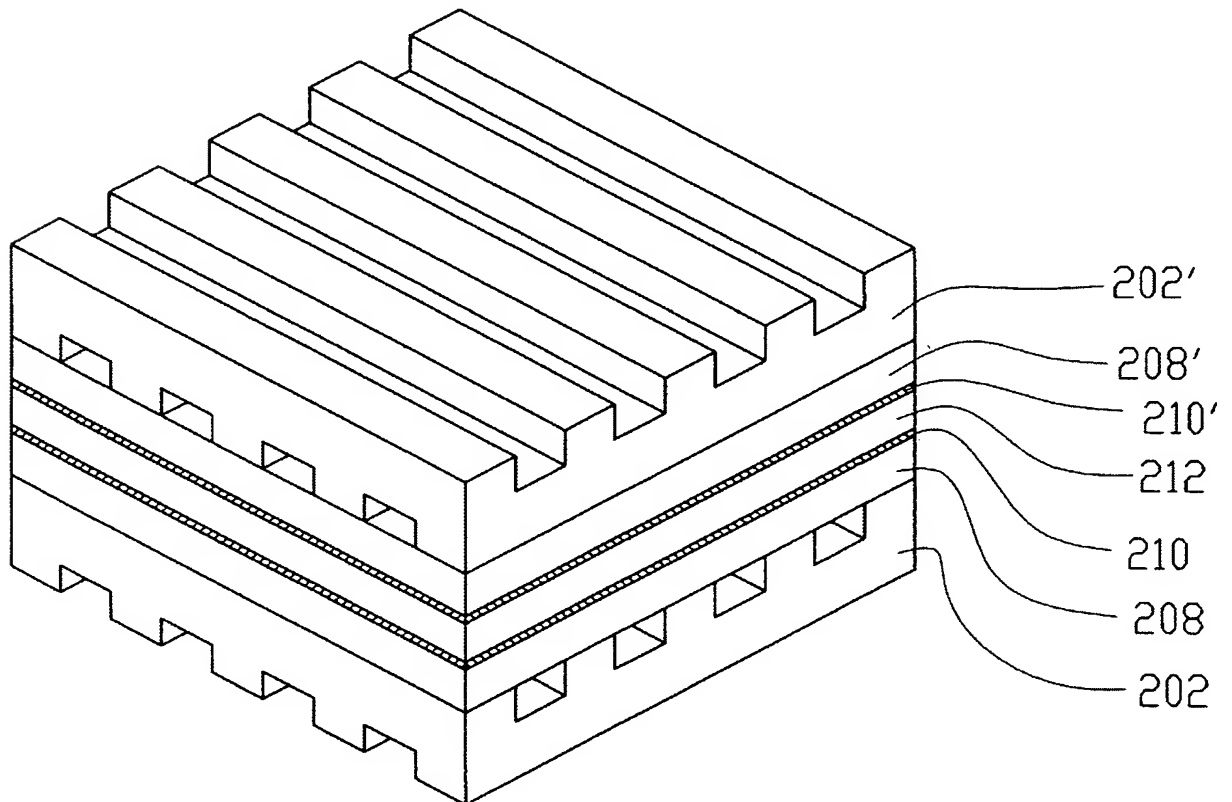
【図 29】



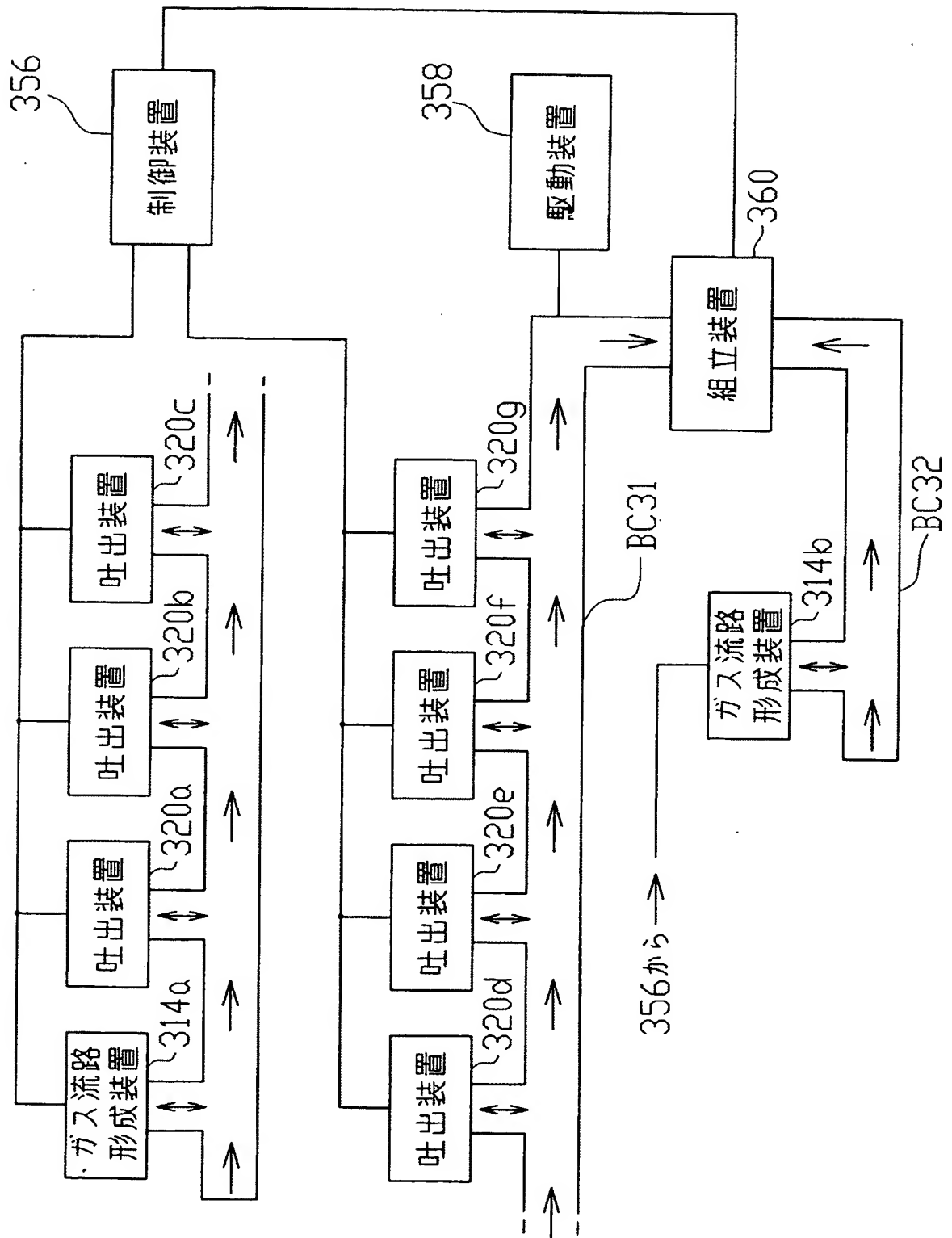
【図 30】



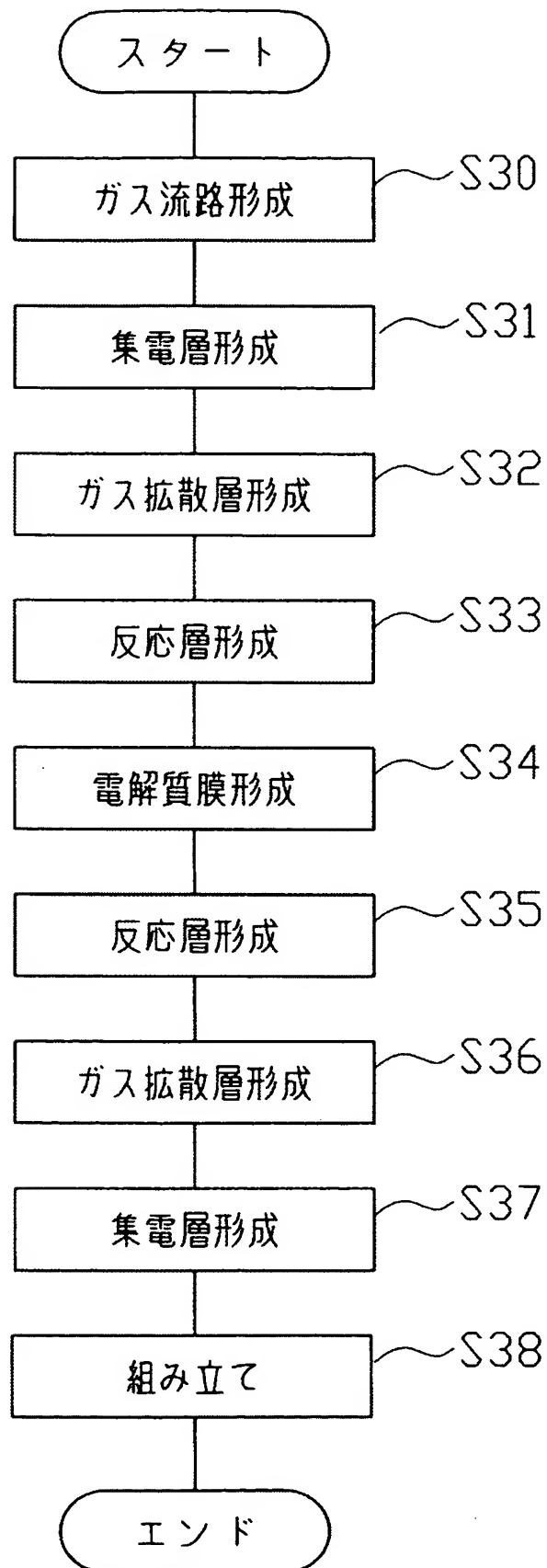
【図 31】



【図 3 2】

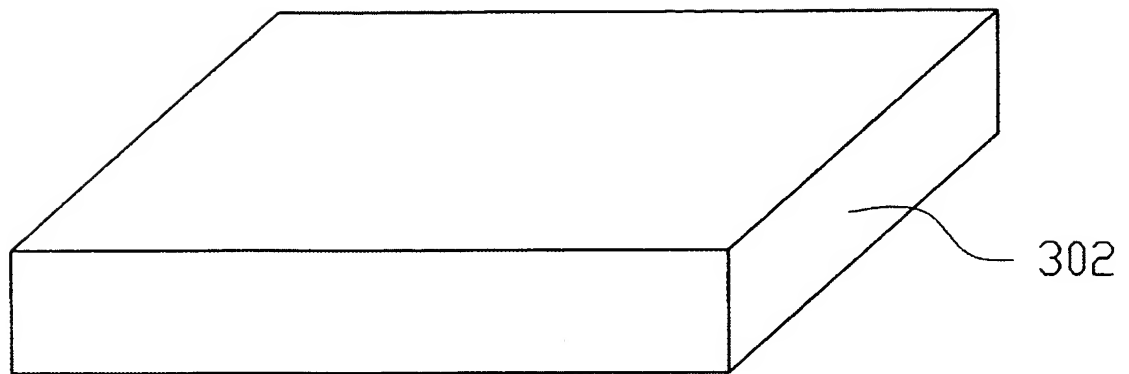


【図 33】

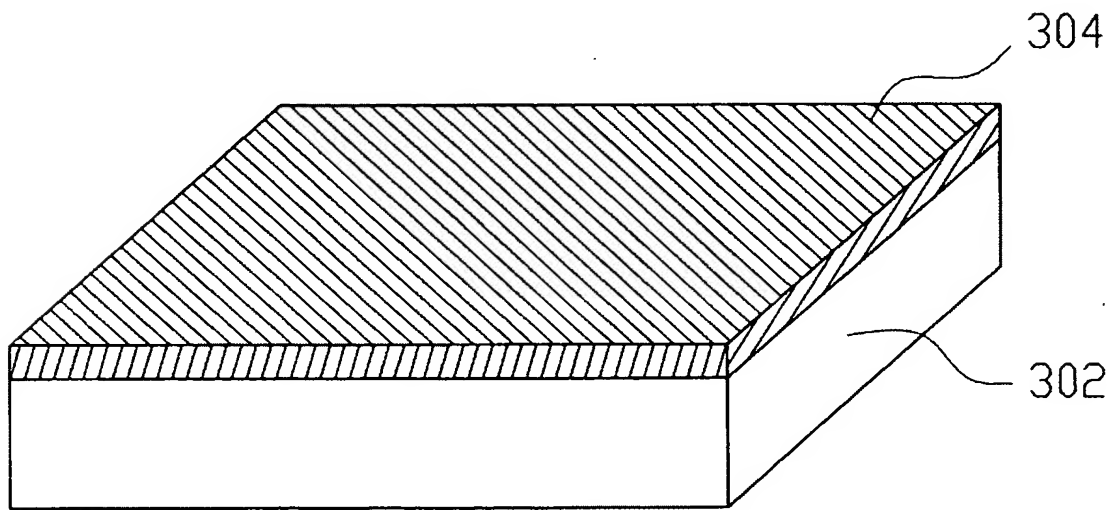




【図 34】

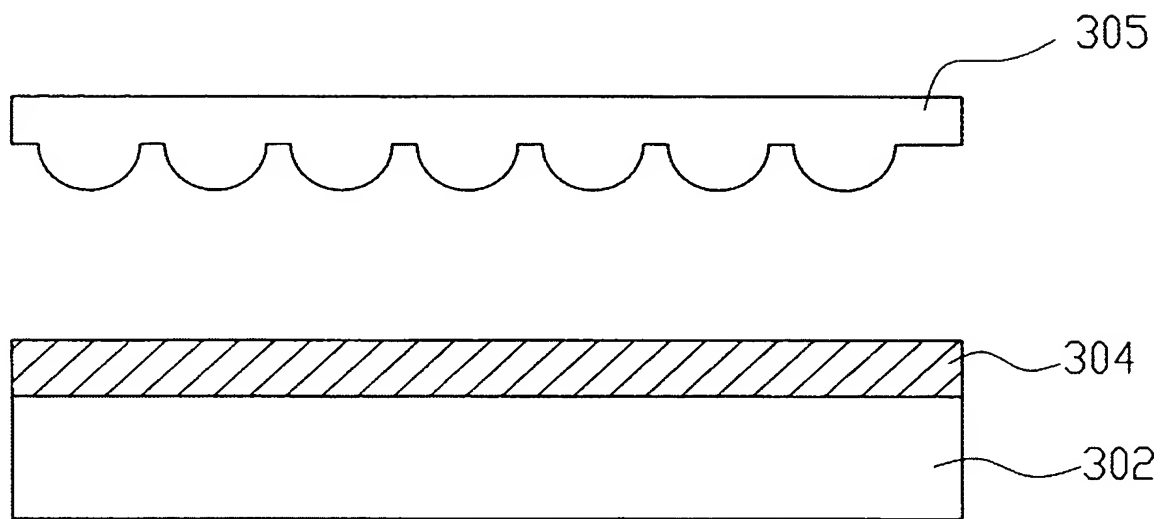


(a)

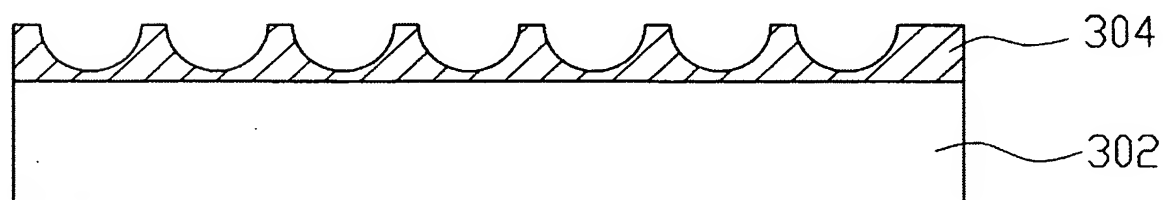


(b)

【図 35】

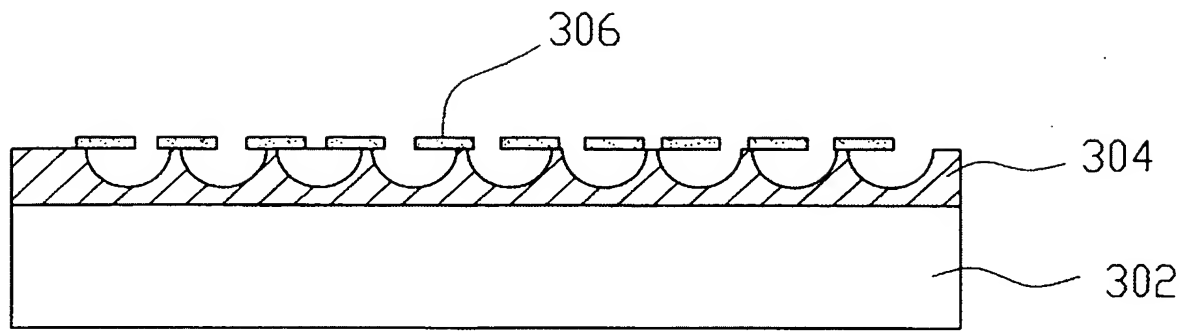


(a)

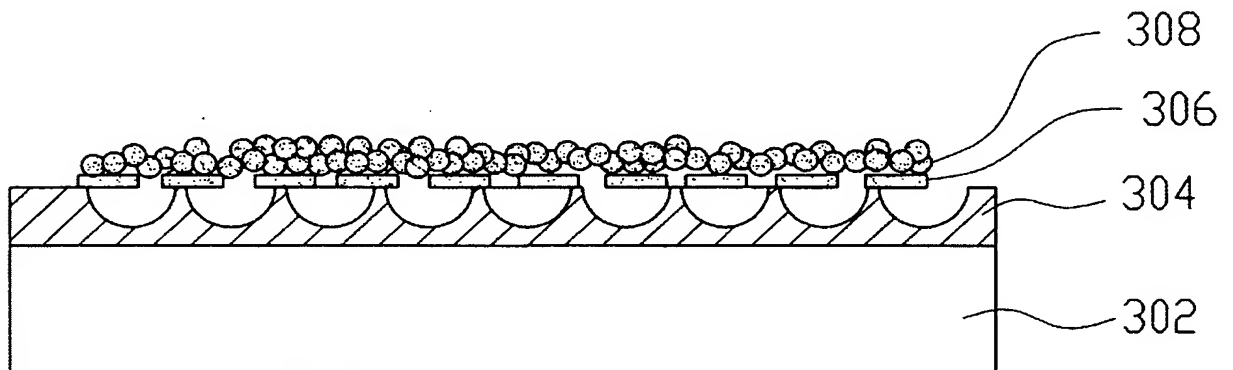


(b)

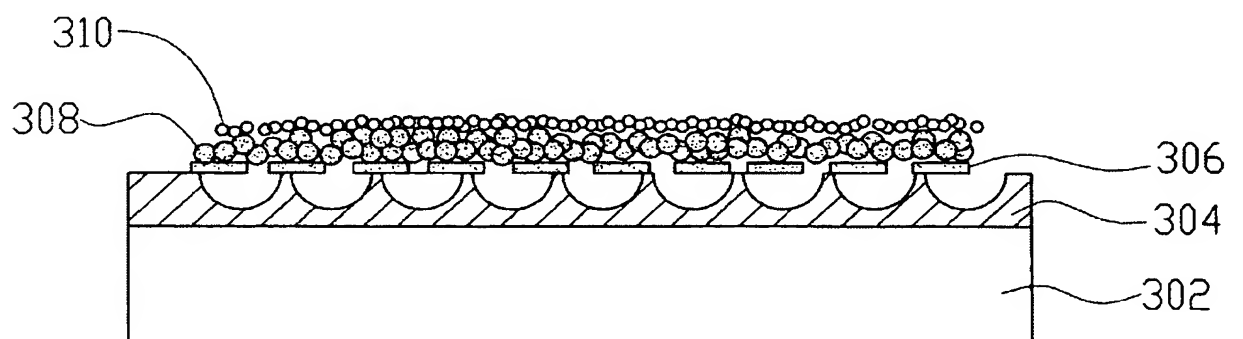
【図 3 6】



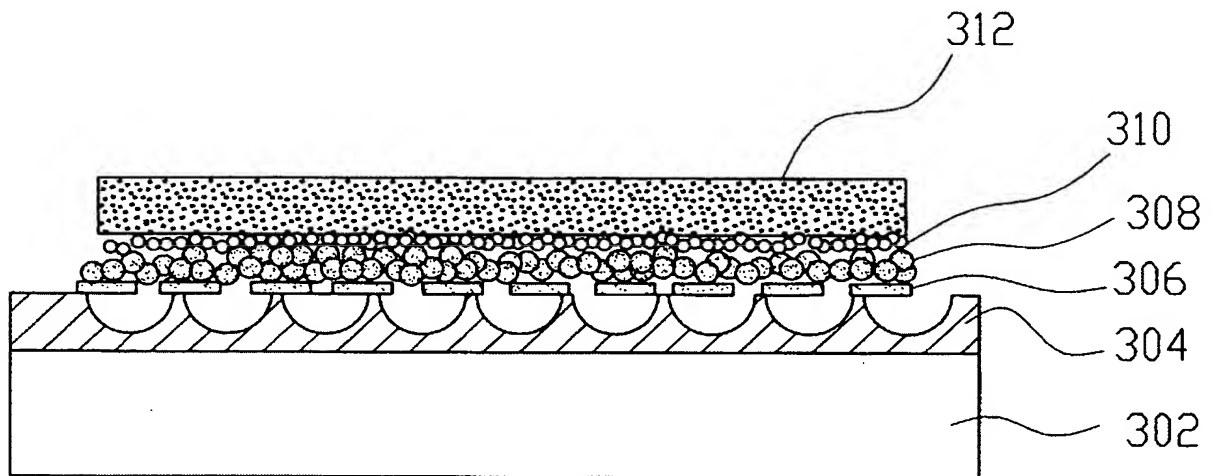
【図 3 7】



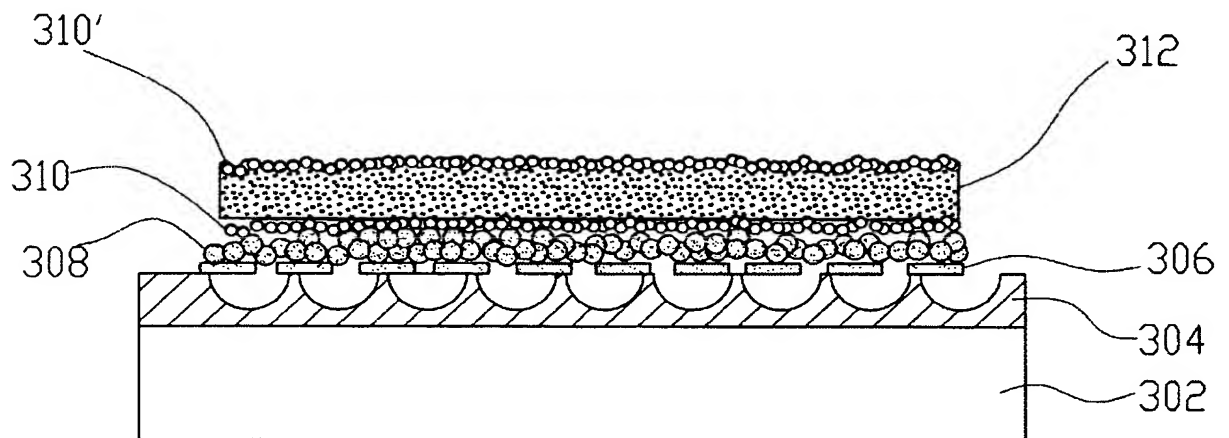
【図 3 8】



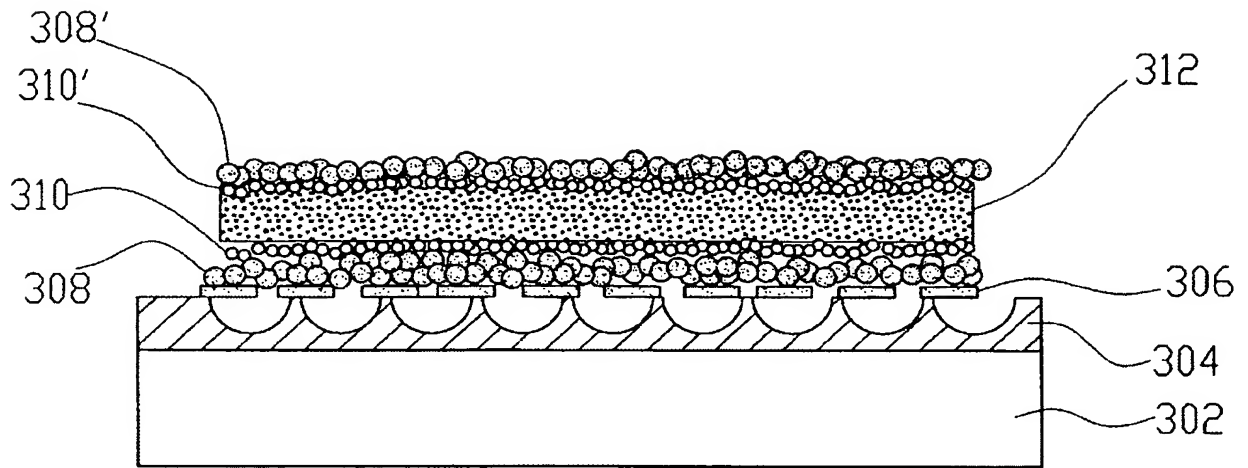
【図 39】



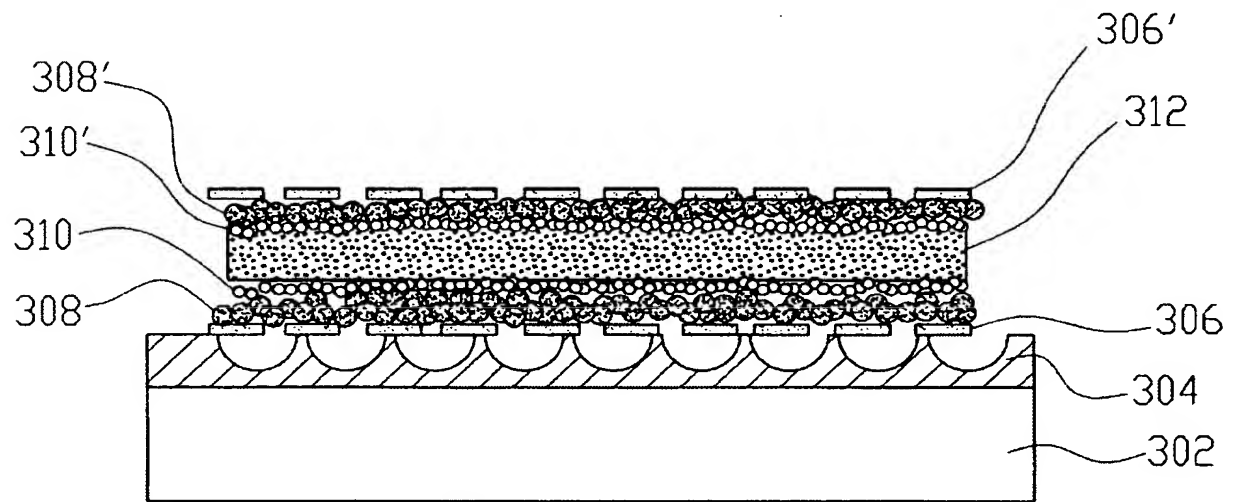
【図 40】



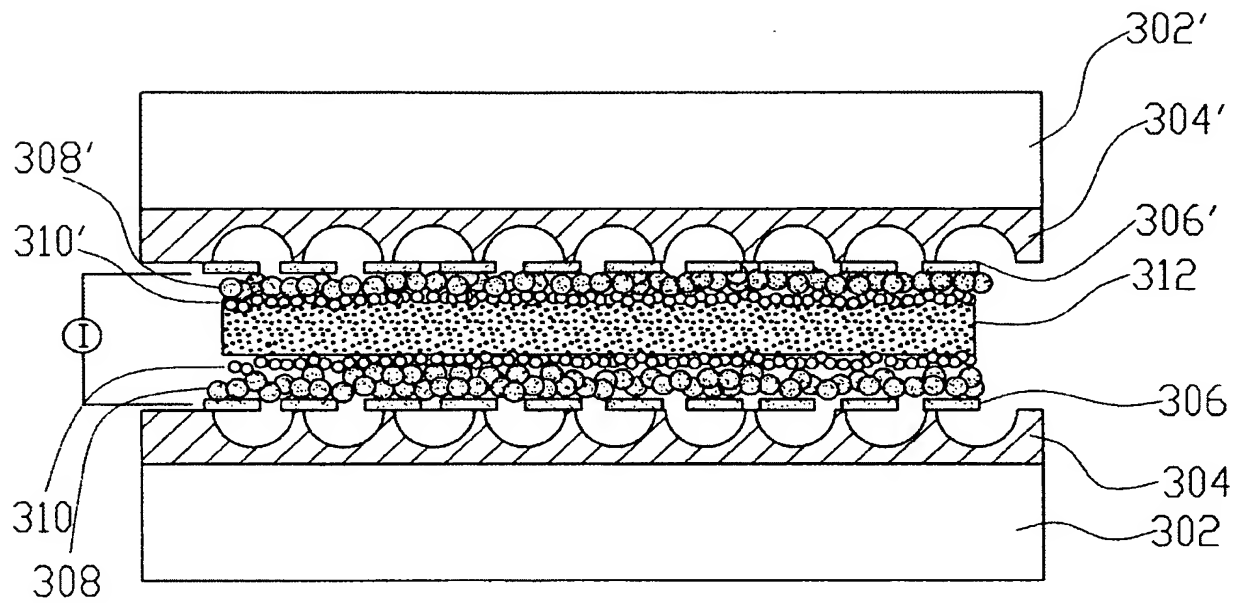
【図 4 1】



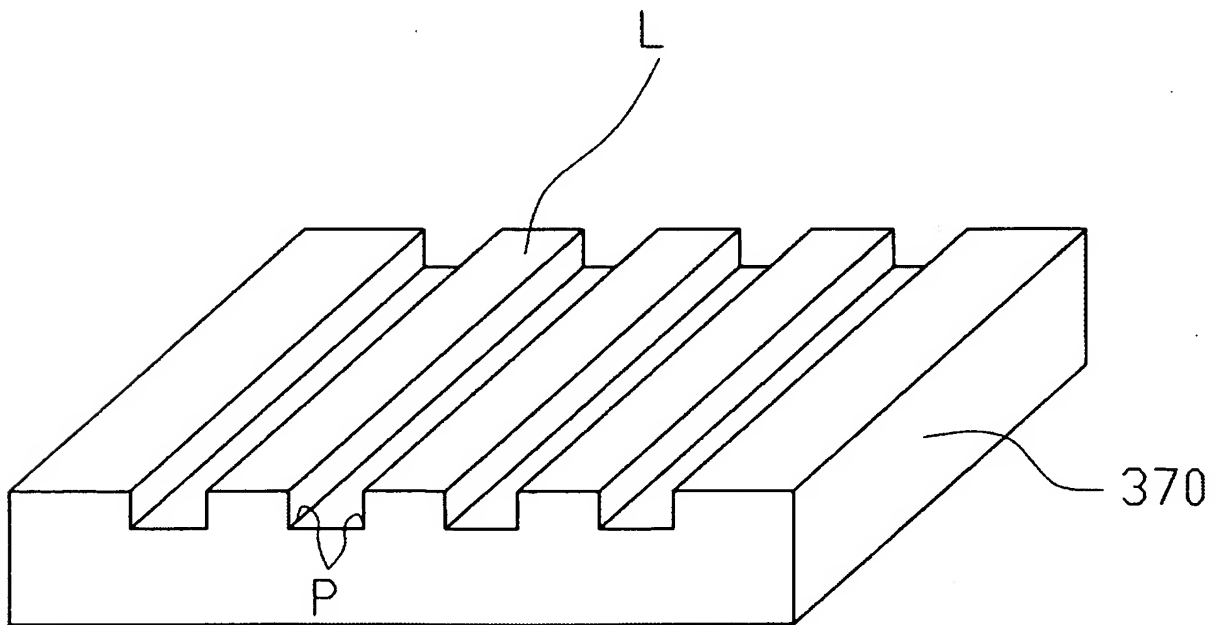
【図 4 2】



【図 4 3】



【図 4 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 反応ガスが流れる空間を確保したガス流路が形成された燃料電池及び該燃料電池の製造方法を提供する。

【解決手段】 制御装置 1 5 6 からの信号に基づいて駆動装置 1 5 8 により駆動されるベルトコンベア B C 1 1 により搬送された第 1 の基板に、吐出装置 1 2 0 a、1 2 0 b において第 1 のガス流路を形成する。次に、ベルトコンベア B C 1 1 により搬送された第 1 の基板に、吐出装置 1 2 0 c において第 1 の集電層を、吐出装置 1 2 0 d において第 1 のガス拡散層を形成する。次に、ベルトコンベア B C 1 1 により搬送された第 1 の基板に、吐出装置 1 2 0 e において第 1 の反応層を、吐出装置 1 2 0 f において電解質膜を形成する。同様に、吐出装置 1 2 0 g において第 2 の反応層を、吐出装置 1 2 0 h においてガス拡散層を、吐出装置 1 2 0 i において第 2 の集電層を形成する。そして、吐出装置 1 2 0 j、1 2 0 k において第 2 のガス流路が形成された第 2 の基板を、第 1 の基板上の所定の位置に配置してガス拡散層を構成する物質の粒径に比較してガス流路の開口幅が狭い燃料電池の製造を完了する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 2 7 0 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
氏 名	セイコーエプソン株式会社